32УДК 004.8
06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство (сельскохозяйственные науки)

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ АГРО-ФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЫ ОТ ЕЕ ОБРАБОТКИ, УДОБРЕНИЙ И ФАЗЫ ВЕГЕТАЦИИ ПШЕНИЦЫ

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Web of Science ResearcherID S-8667-2018
Scopus Author ID: 57188763047
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101
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

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 решается задача выявления зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы. На основе знания этих зависимостей решаются задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели. Спецификой данной задачи является то, что все независимые переменные (факторы)являются лингвистическими (категориальными) переменными. Поэтому для решения данной задачи применяется лингвистический АСК-анализ, т.е. когнитивная математическая лингвистика. При этом зависимые переменные, т.е. результаты влияния факторов, измеряется в числовых шкалах. Таким образом, в работе строится гибридная модель, включающая как номинальные (текстовые), так и числовые шкалы. Сопоставимость обработки данных разных типов, представленных в разных типах шкал и разных единицах измерения обеспечивается путем метризации номинальных шкал, т.е. повышения их степени формализации до уровня числовых шкал. Это достигается путем вычисления количества информации, содержащегося в градациях номинальных шкал и получении той или иной урожайности. Приводится краткое описание АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос». Работа может быть основой для лабораторных работ по применению систем искусственного интеллекта, в частности лингвистического АСК-анализа для решения задач в области когнитивной агрономии.

Ключевые слова: ЛИНГАВИСТИЧЕСКИЙ АСК-АНАЛИЗ, ЛИНГВИСТИЧЕСКИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, КОГНИТИВНАЯ АГРОНОМИЯ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС»,
http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-181-017

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

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF AGROPHYSICAL INDICATORS OF THE SOIL ON ITS PROCESSING, FERTILIZERS AND THE PHASE OF WHEAT VEGETATION

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich
Doctor of Economics, Ph.D., Professor
Web of Science ResearcherID S-8667-2018
Scopus Author ID: 57188763047
RSCI SPIN code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com http://lc.kubagro.ru
https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

This work is a continuation of the author's series of works on the use of Automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) to solve a wide range of problems in the field of agronomy, i.e. cognitive agronomy. The paper solves the problem of identifying the dependence of agro-physical indicators of the soil on its processing, fertilizers and the phase of wheat vegetation. Based on the knowledge of these dependencies, the tasks of forecasting, decision-making and research of the simulated subject area are solved by studying its system-cognitive model. The specificity of this task is that all independent variables (factors)are linguistic (categorical) variables. Therefore, linguistic ASC-analysis, i.e. cognitive mathematical linguistics, is used to solve this problem. At the same time, dependent variables, i.e. the results of the influence of factors, are measured in numerical scales. Thus, a hybrid model is being built in the work, including both nominal (text) and numerical scales. Comparability of data processing of different types presented in different types of scales and different units of measurement is ensured by metrization of nominal scales, i.e. increasing their degree of formalization to the level of numerical scales. This is achieved by calculating the amount of information contained in the gradations of nominal scales and obtaining a particular yield. A brief description of the ASC-analysis and its software tools - the intelligent system "Eidos" is given. 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.

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ) **3**

1.1. Описание исследуемой предметной области 3
1.2. Объект и предмет исследования 3
1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность 3
1.4. Цель работы 3

2. METHODS (МЕТОДЫ) **4**

2.1. Обоснование требований к методу решения проблемы 4
2.2. Литературный обзор методов решения проблемы, их характеристика и оценка степени соответствия обоснованным требованиям 4
2.3. Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) как метод решения проблемы 4
2.4. Система «Эйдос» - инструментарий АСК-анализа 4
2.5. Цель и задачи работы 5

3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ) **6**

3.1. *Задача-1.* Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций 6
3.2. *Задача-2.* Формализация предметной области 6
3.3. *Задача-3.* Синтез статистических и системно-когнитивных моделей. Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний 15
3.4. *Задача-4.* Верификация моделей 17
3.5. *Задача-5.* Выбор наиболее достоверной модели 20
3.6. *Задача-6.* Системная идентификация и прогнозирование 21
3.7. *Задача-7.* Поддержка принятия решений 23
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ *23*
3.8. *Задача-8.* Исследование объекта моделирования путем исследования его модели 25
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы) *25*
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов *26*
3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал *30*
3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны *32*
3.8.5. Нелокальная нейронная сеть *34*
3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты *35*
3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения) *36*
3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения) *39*
3.8.9. Когнитивные функции *41*
3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций *46*
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал *48*

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ) **51**

5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ) **52**

REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА) **53**

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

Данная работа в области когнитивной агрономии [1, 2, 3][1] посвящена выявлению зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы.

1.2. Объект и предмет исследования

Объект исследования – выявление зависимостей показателей почвы от различных факторов.

Предмет исследования – выявление зависимостей агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

Спецификой данной задачи является то, что все независимые переменные, т.е. факторы: обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы, имеют очень низкую степень формализации, т.к. формализуются в виде ***лингвистических*** (категориальных) переменных, тогда как результаты влияния этих факторов, т.е. различные агро-физические показатели почвы измеряется в числовых шкалах.

Таким образом, в работе решается **проблема** построения гибридной модели, включающей как номинальные (текстовые), так и числовые шкалы и обеспечивающей ***сопоставимость*** обработки данных разных типов, представленных в разных типах шкал и разных единицах измерения.

Решение поставленной ***проблемы сопоставимости*** при выявлении зависимостей агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы в данной работе делает ее **актуальной**.

1.4. Цель работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением ряда ***задач*** и подзадач, которые являются ***этапами*** достижения цели. Конкретная формулировка этих задач зависит от метода решения проблемы, поэтому обоснованно мы сформулируем их в конце раздела, т.е. после обоснованного выбора и описания метода решения проблемы.

[1] Все ссылки на литературные источники даны по работам [1,2]. В этих же работах приведены и дополнительные подробности

2. METHODS (МЕТОДЫ)

2.1. Обоснование требований к методу решения проблемы

Очевидно, метод должен реально на практике решать поставленную проблему, а значит, он должен иметь поддерживающий его программный инструментарий, находящийся в полном открытом бесплатном доступе[2].

2.2. Литературный обзор методов решения проблемы, их характеристика и оценка степени соответствия обоснованным требованиям

Поиск в Internet программных систем обеспечивающих решение поставленной проблемы и удовлетворяющих обоснованным требованиям показал, что для этого целесообразно применить технологию, описанную в работе [4][3].

2.3. Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) как метод решения проблемы

Описание метода АСК-анализа в данной работе приводить нецелесообразно, т.к. он ранее был описан в ряде работ, например в [28, 29]. Решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос» приведено в работах [6], [5], [4].

2.4. Система «Эйдос» - инструментарий АСК-анализа

Описание интеллектуальной системы «Эйдос» в данной работе приводить нецелесообразно, т.к. она ранее был описана в ряде работ, например в [28, 29].

На рисунке 1 приведена титульная видеограмма DOS-версии системы «Эйдос», а на рисунке 2 – текущей версии системы «Эйдос»:

Рисунок 1. Титульная видеограмма DOS-версии системы «Эйдос» (до 2012 года)[4]

---

[2] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

[3] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

[4] http://lc.kubagro.ru/pic/aidos_titul.jpg

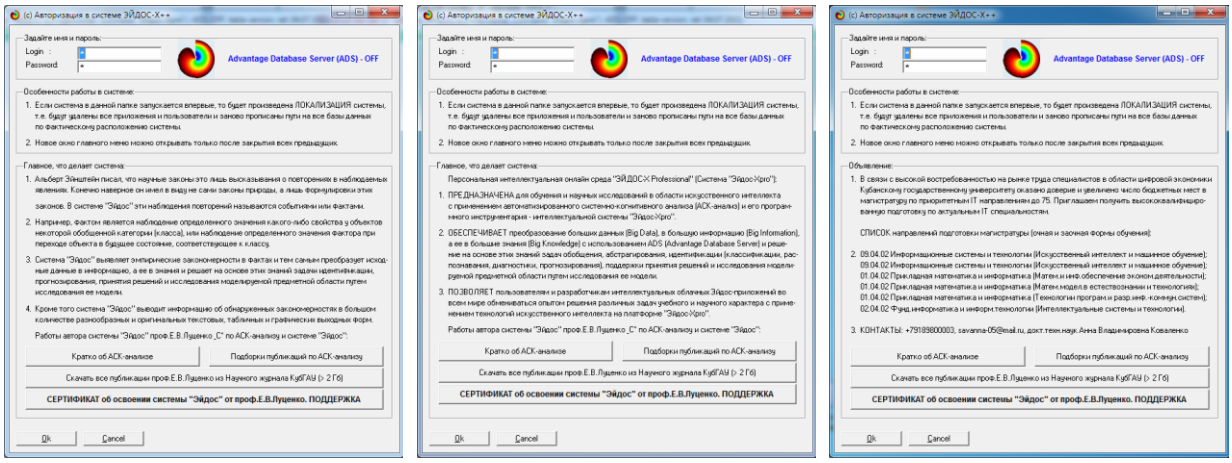


Рисунок 2. Титульные видеограммы текущей версии системы «Эйдос»

2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

Как уже показано выше, для работы с лингвистическими переменными целесообразно применить лингвистический АСК-анализ [4].

Достижение поставленной цели в АСК-анализе обеспечивается решением следующих ***задач*** и подзадач, которые являются ***этапами*** достижения цели[5] (см. рисунок 3).

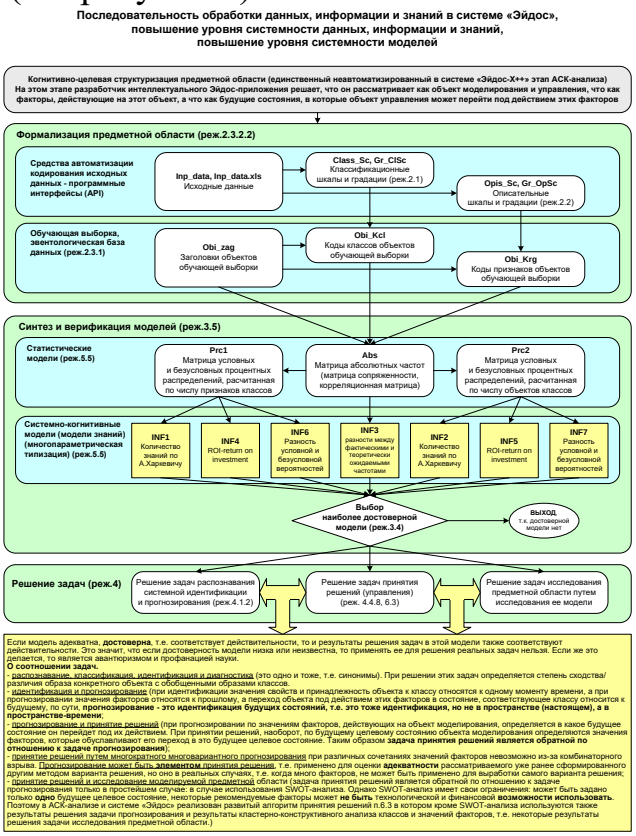


Рисунок 3. Последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач

[5] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

3.1. *Задача-1.* Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций

В данной работе в качестве ***объекта моделирования*** выступают почвы, в качестве ***факторов*** вид обработки почвы, вид удобрений и фазы вегетации пшеницы (таблица 1), а в качестве ***результатов*** действия этих факторов агро-физические показатели почвы (таблица 2)[6]:

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ
2	УДОБРЕНИЯ
3	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ

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

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)
2	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)
3	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)
4	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)
5	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)
6	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ

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

3.2. *Задача-2.* Формализация предметной области

В качестве ***источника исходных данных*** в данной работе используем таблицы 1 и 2 из работы [10] (см. таблицы 3 и 4):

Таблица 3 – Исходные данные по влиянию на агро-физические показатели почвы на разной глубине варианта обработки почвы и фазы вегетации пшеницы

Вариант	Слой почвы	Фаза вегетации		
		весеннее кущение	колошение	полная спелость
Вспашка (к)	0-10	1,15	1,31	1,42
	10-20	1,17	1,28	1,36
	20-30	1,25	1,28	1,38
Чизелевание	0-10	1,22	1,22	1,34
	10-20	1,27	1,31	1,39
	20-30	1,34	1,25	1,38
Дисковое лущение	0-10	1,22	1,38	1,30
	10-20	1,30	1,34	1,41
	20-30	1,25	1,39	1,49
Прямой посев	0-10	1,23	1,30	1,48
	10-20	1,33	1,40	1,54
	20-30	1,32	1,39	1,52

Источник: [10]

[6] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

Таблица 4 – Исходные данные по влиянию на агро-физические показатели почвы варианта обработки почвы, вида удобрения и фазы вегетации пшеницы

Вариант		Размер агрегатов		Коэффициент структурности
обработки почвы	удобрений	>0,25+<10	<0,25+>10	
		%	%	
всходы				
Вспашка (к)	В0 (к)	51,3	48,7	1,1
	В1	51,6	48,4	1,1
	В2	51,8	48,2	1,1
Чизелевание	В0 (к)	51,2	48,8	1,0
	В1	52,0	48,0	1,1
	В2	52,3	47,7	1,1
Дисковое лущение	В0 (к)	52,5	47,5	1,1
	В1	52,7	47,3	1,1
	В2	52,9	47,1	1,1
Прямой посев	В0 (к)	50,3	49,7	1,0
	В1	50,5	49,5	1,0
	В2	50,7	49,3	1,0
весеннее кущение				
Вспашка (к)	В0 (к)	70,0	30,0	2,3
	В1	68,1	31,9	2,1
	В2	67,2	32,8	2,0
Чизелевание	В0 (к)	66,3	33,7	2,0
	В1	67,0	33,0	2,0
	В2	67,4	32,6	2,1
В0 – без удобрений (контроль), В1 – N20P80 + N40; В2 – N40P160 + N40				
Продолжение таблицы 2				
1	2	3	4	5
Дисковое лущение на	В0 (к)	68,8	31,2	2,2
	В1	69,2	30,8	2,2
	В2	69,9	30,1	2,3
Прямой посев	В0 (к)	67,7	32,3	2,1
	В1	67,4	32,6	2,1
	В2	67,3	32,7	2,1
полная спелость				
Вспашка (к)	В0 (к)	65,5	34,5	1,9
	В1	65,5	34,5	1,9
	В2	65,6	34,4	1,9
Чизелевание	В0 (к)	58,2	41,8	1,4
	В1	58,5	41,5	1,4
	В2	59,1	40,9	1,4
Дисковое лущение	В0 (к)	63,3	36,7	1,7
	В1	64,0	36,0	1,8
	В2	64,1	35,9	1,8
Прямой посев	В0 (к)	63,4	36,6	1,7
	В1	63,4	36,6	1,7
	В2	63,7	36,3	1,8

Источник: [10]

Используя стандартные возможности MS Excel, ***объединим*** исходные данные из таблиц 3 и 4 и представим их в виде, стандартном для системы «Эйдос» (таблица 5).

Таблица 5 имеет следующую структуру:

– каждая строка описывает одно наблюдение, всего 40 наблюдений;

– каждое ***наблюдение*** описывается одновременно двумя способами: с одной стороны значениями факторов, действующих на объект моделирования (лингвистические переменные, градации описательных шкал, бесцветный фон), а с другой стороны результатами действия этих факторов, т.е. агро-физическими показателями почвы, выраженными в числовых шкалах в разных единицах измерения (желтый фон). Такая структура описания наблюдений в технологиях искусственного интеллекта

называется «онтологией» и модели представлений знаний Марвина Мински (1975) называется «фрейм-экземпляр»;

Таблица 5 – Таблица исходных данных в стандарте системы «Эйдос»

№ опыта	Плотность почвы в слое 0-10 см (г/см^3)	Плотность почвы в слое 10-20 см (г/см^3)	Плотность почвы в слое 20-30 см (г/см^3)	Размер агрегатов >0,25+<10 (%)	Размер агрегатов <0,25+>10 (%)	Коэффициент структурности	Обработка почвы	Удобрения	Фаза вегетации
1	0,00	0,00	0,00	51,3	48,7	1,1	1.Вспашка (контроль)	Без удобрений (контроль)	1.Всходы
2	0,00	0,00	0,00	51,6	48,4	1,1	1.Вспашка (контроль)	N20P80 + N40	1.Всходы
3	0,00	0,00	0,00	51,8	48,2	1,1	1.Вспашка (контроль)	N40P160 + N40	1.Всходы
4	0,00	0,00	0,00	51,2	48,8	1,0	2.Чизелевание	Без удобрений (контроль)	1.Всходы
5	0,00	0,00	0,00	52,0	48,0	1,1	2.Чизелевание	N20P80 + N40	1.Всходы
6	0,00	0,00	0,00	52,3	47,7	1,1	2.Чизелевание	N40P160 + N40	1.Всходы
7	0,00	0,00	0,00	52,5	47,5	1,1	3.Дисковое лущение	Без удобрений (контроль)	1.Всходы
8	0,00	0,00	0,00	52,7	47,3	1,1	3.Дисковое лущение	N20P80 + N40	1.Всходы
9	0,00	0,00	0,00	52,9	47,1	1,1	3.Дисковое лущение	N40P160 + N40	1.Всходы
10	0,00	0,00	0,00	50,3	49,7	1,0	4.Прямой посев	Без удобрений (контроль)	1.Всходы
11	0,00	0,00	0,00	50,5	49,5	1,0	4.Прямой посев	N20P80 + N40	1.Всходы
12	0,00	0,00	0,00	50,7	49,3	1,0	4.Прямой посев	N40P160 + N40	1.Всходы
13	1,15	1,17	1,25	70,0	30,0	2,3	1.Вспашка (контроль)	Без удобрений (контроль)	2.Весеннее кущение
14	1,15	1,17	1,25	68,1	31,9	2,1	1.Вспашка (контроль)	N20P80 + N40	2.Весеннее кущение
15	1,15	1,17	1,25	67,2	32,8	2,0	1.Вспашка (контроль)	N40P160 + N40	2.Весеннее кущение
16	1,22	1,27	1,34	66,3	33,7	2,0	2.Чизелевание	Без удобрений (контроль)	2.Весеннее кущение
17	1,22	1,27	1,34	67,0	33,0	2,0	2.Чизелевание	N20P80 + N40	2.Весеннее кущение
18	1,22	1,27	1,34	67,4	32,6	2,1	2.Чизелевание	N40P160 + N40	2.Весеннее кущение
19	1,22	1,30	1,25	68,8	31,2	2,2	3.Дисковое лущение	Без удобрений (контроль)	2.Весеннее кущение
20	1,22	1,30	1,25	69,2	30,8	2,2	3.Дисковое лущение	N20P80 + N40	2.Весеннее кущение
21	1,22	1,30	1,25	69,9	30,1	2,3	3.Дисковое лущение	N40P160 + N40	2.Весеннее кущение
22	1,23	1,33	1,32	67,7	32,3	2,1	4.Прямой посев	Без удобрений (контроль)	2.Весеннее кущение
23	1,23	1,33	1,32	67,4	32,6	2,1	4.Прямой посев	N20P80 + N40	2.Весеннее кущение
24	1,23	1,33	1,32	67,3	32,7	2,1	4.Прямой посев	N40P160 + N40	2.Весеннее кущение
25	1,31	1,28	1,28	0,00	0,0	0,0	1.Вспашка (контроль)		3.Колошение
26	1,22	1,31	1,25	0,00	0,0	0,0	2.Чизелевание		3.Колошение
27	1,38	1,34	1,39	0,00	0,0	0,0	3.Дисковое лущение		3.Колошение
28	1,30	1,40	1,39	0,00	0,0	0,0	4.Прямой посев		3.Колошение
29	1,42	1,36	1,38	65,5	34,5	1,9	1.Вспашка (контроль)	Без удобрений (контроль)	4.Полная спелость
30	1,42	1,36	1,38	65,5	34,5	1,9	1.Вспашка (контроль)	N20P80 + N40	4.Полная спелость
31	1,42	1,36	1,38	65,6	34,4	1,9	1.Вспашка (контроль)	N40P160 + N40	4.Полная спелость
32	1,34	1,39	1,38	58,2	41,8	1,4	2.Чизелевание	Без удобрений (контроль)	4.Полная спелость
33	1,34	1,39	1,38	58,5	41,5	1,4	2.Чизелевание	N20P80 + N40	4.Полная спелость
34	1,34	1,39	1,38	59,1	40,9	1,4	2.Чизелевание	N40P160 + N40	4.Полная спелость
35	1,30	1,41	1,49	63,3	36,7	1,7	3.Дисковое лущение	Без удобрений (контроль)	4.Полная спелость
36	1,30	1,41	1,49	64,0	36,0	1,8	3.Дисковое лущение	N20P80 + N40	4.Полная спелость
37	1,30	1,41	1,49	64,1	35,9	1,8	3.Дисковое лущение	N40P160 + N40	4.Полная спелость
38	1,48	1,54	1,52	63,4	36,6	1,7	4.Прямой посев	Без удобрений (контроль)	4.Полная спелость
39	1,48	1,54	1,52	63,4	36,6	1,7	4.Прямой посев	N20P80 + N40	4.Полная спелость
40	1,48	1,54	1,52	63,7	36,3	1,8	4.Прямой посев	N40P160 + N40	4.Полная спелость

Примечание: В формате MS Excel таблицу 5 можно скачать по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000335/Inp_data.xls.

– 1-я колонка – номер наблюдения (не является шкалой);

– колонки со 2-й по 7-ю – это классификационные шкалы – это шкалы ***числового*** типа описывающие ***результаты*** действия факторов, в данном случае агро-физические показатели почвы в различных единицах измерения: плотность почвы на разных глубинах, размеры агрегатов и коэффициент структурности (таблица 2). В общем случае в исходных данных может быть значительно больше классификационных шкал, описывающих результаты действия факторов на объект моделирования в натуральном и стоимостном выражении [11]: например количество и качество продукции, прибыль и рентабельность. В системе «Эйдос» существует не очень жестко ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032;

– колонки с 8-й по 10-ю – это описательные шкалы, формализующие факторы, действующие на объект моделирования: вид обработки почвы,

удобрения и фаза вегетации пшеницы (таблица 1). Эти шкалы имеют текстовый тип и их градациями являются лингвистические переменные;

– таблицы 3 и 4, содержащие исходные данные из работы [10], не полностью согласованы по фазе вегетации пшеницы: в таблице 3 есть фаза вегетации «Колошение», которой нет в таблице 4, но зато в таблице 4 есть фаза вегетации «Всходы», которой нет в таблице 3. По этим причинам в сводной таблице 5, содержащей все имеющиеся исходные данные таблиц 3 и 4, ***отсутствуют*** данные по плотности почвы на разных глубинах при фазе вегетации «Всходы», а также данные по размерам агрегатов, коэффициенту структурности и удобрениям для фазы вегетации «Колошение». В таблице 5 ячейки с отсутствующими данными выделены светло-зеленым фоном. При этом в числовых шкалах в этих ячейках нули, а в текстовых – пробелы. При вводе данных в систему «Эйдос» нули и пробелы в исходных данных могут рассматриваться как значащие или как отсутствие данных. 2-й вариант и будет использован в данной работе.

Математическая модель системы «Эйдос» обеспечивает корректную обработку данных, подобных представленным в таблице 5.

Отметим также, в таблицах 3,4 и 5 использована Международная классификация фаз вегетации пшеницы по Задоксу (рисунок 4).

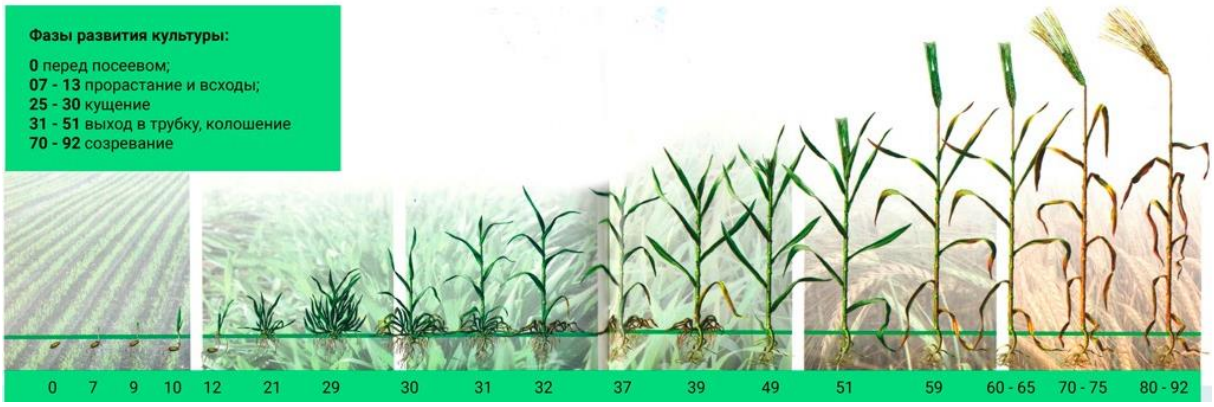
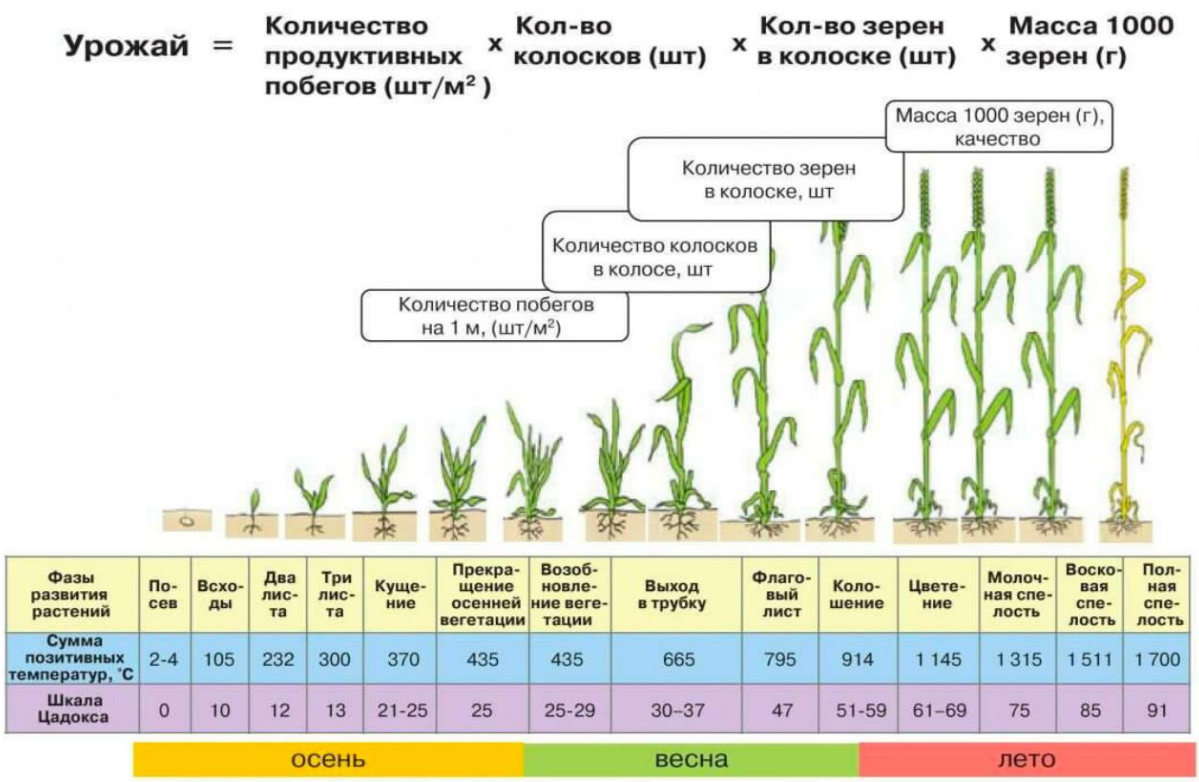


Рисунок 4. Международная классификация фаз вегетации пшеницы по Задоксу
Источник: https://pesticidy.by/wp-content/uploads/risunok-1.jpg

Но существуют и более подробные классификации фаз вегетации пшеницы, например представленная в рисунке 5.



Фазы развития растений	Посев	Всходы	Два листа	Три листа	Кущение	Прекращение осенней вегетации	Возобновление вегетации	Выход в трубку	Флаговый лист	Колошение	Цветение	Молочная спелость	Восковая спелость	Полная спелость
Сумма позитивных температур, °С	2-4	105	232	300	370	435	435	665	795	914	1 145	1 315	1 511	1 700
Шкала Цадокса	0	10	12	13	21-25	25	25-29	30–37	47	51-59	61–69	75	85	91

Рисунок 5. Подробная классификация фаз вегетации пшеницы
Источник: https://sadovod-agronom.ru/zernovye/vesennie-zamorozki-dlya-ozimoj-pshenicy.html

В системе «Эйдос» есть 6 основных автоматизированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих ввод в систему и интеллектуальную обработку числовых, текстовых и графических данных, представленных в виде таблиц и файлов. Возможна обработка и других видов данных (например, данных землетрясений, ЭЭГ, ЭКГ, аудио и видео), которые возможно представить в этих форматах (рисунок 6).

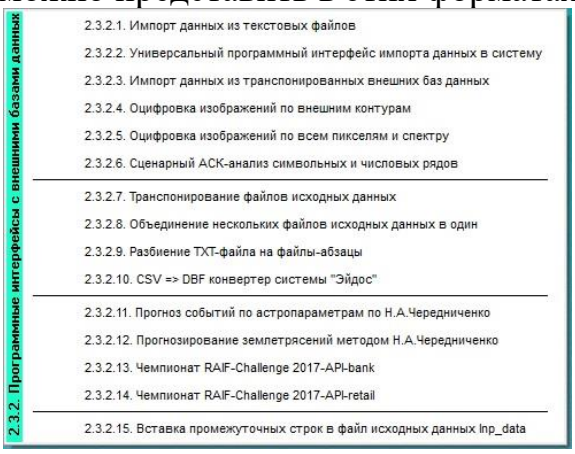
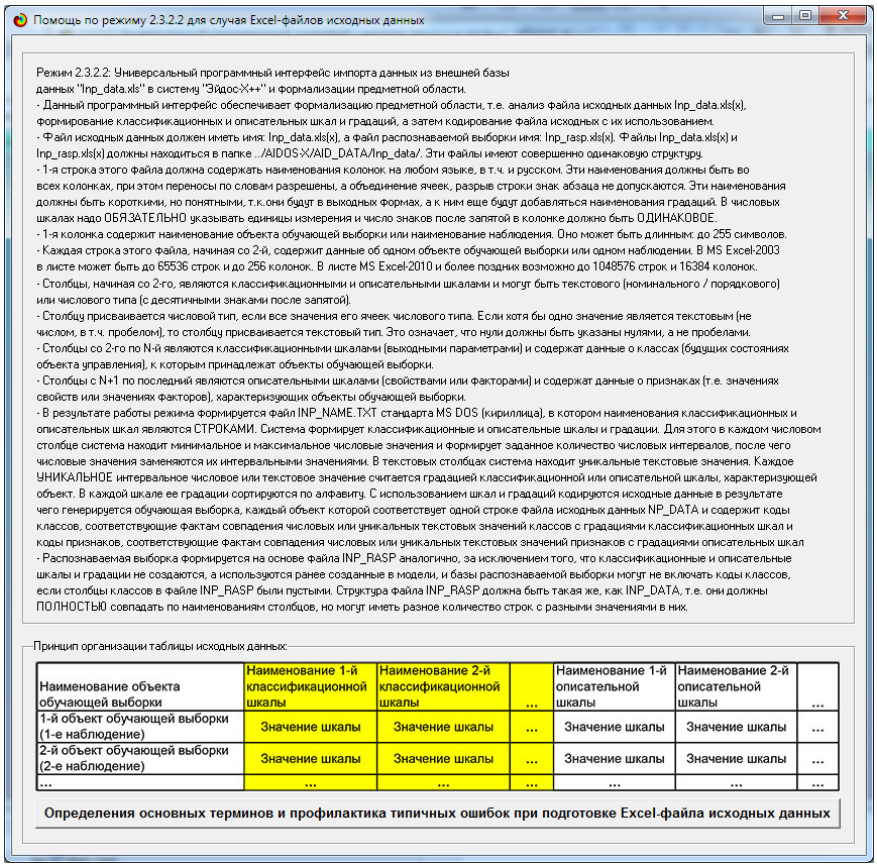


Рисунок 6. Автоматизированные программные интерфейсы (API) системы «Эйдос»

Для ввода исходных данных, представленных в таблице 5, в систему «Эйдос», используется API-2.3.2.2[7] (рисунки 7):

[7] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.



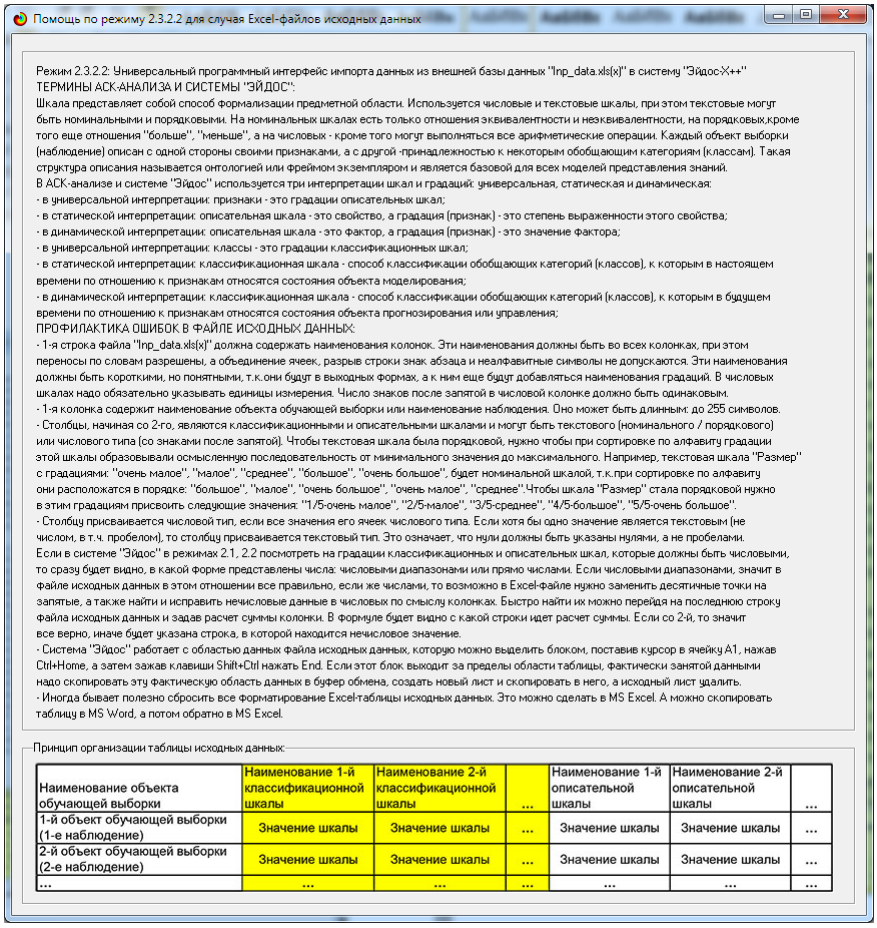
Помощь по режиму 2.3.2.2 для случая Excel-файлов исходных данных

Режим 2.3.2.2: Универсальный программный интерфейс импорта данных из внешней базы данных "Inp_data.xls" в систему "Эйдос-X++" и формализации предметной области.
- Данный программный интерфейс обеспечивает формализацию предметной области, т.е. анализ файла исходных данных Inp_data.xls[x], формирование классификационных и описательных шкал и градаций, а затем кодирование файла исходных с их использованием.
- Файл исходных данных должен иметь имя: Inp_data.xls[x], а файл распознаваемой выборки имя: Inp_rasp.xls[x]. Файлы Inp_data.xls[x] и Inp_rasp.xls[x] должны находиться в папке .../AIDOS-X/AID_DATA/Inp_data/. Эти файлы имеют совершенно одинаковую структуру.
- 1-я строка этого файла должна содержать наименования колонок на любом языке, в т.ч. и русском. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом переносы по словам разрешены, а объединение ячеек, разрыв строки знак абзаца не допускаются. Эти наименования должны быть короткими, но понятными, т.к.они будут в выходных формах, а к ним еще будут добавляться наименования градаций. В числовых шкалах надо ОБЯЗАТЕЛЬНО указывать единицы измерения и число знаков после запятой в колонке должно быть ОДИНАКОВОЕ.
- 1-я колонка содержит наименование объекта обучающей выборки или наименование наблюдения. Оно может быть длинным: до 255 символов.
- Каждая строка этого файла, начиная со 2-й, содержит данные об одном объекте обучающей выборки или одном наблюдении. В MS Excel-2003 в листе может быть до 65536 строк и до 256 колонок. В листе MS Excel-2010 и более поздних возможно до 1048576 строк и 16384 колонок.
- Столбцы, начиная со 2-го, являются классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового (номинального / порядкового) или числового типа (с десятичными знаками после запятой).
- Столбцу присваивается числовой тип, если все значения его ячеек числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым (не числом, в т.ч. пробелом), то столбцу присваивается текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами.
- Столбцы со 2-го по N-й являются классификационными шкалами (выходными параметрами) и содержат данные о классах (будущих состояниях объекта управления), к которым принадлежат объекты обучающей выборки.
- Столбцы с N+1 по последний являются описательными шкалами (свойствами или факторами) и содержат данные о признаках (т.е. значениях свойств или значениях факторов), характеризующих объекты обучающей выборки.
- В результате работы режима формируется файл INP_NAME.TXT стандарта MS DOS (кириллица), в котором наименования классификационных и описательных шкал являются СТРОКАМИ. Система формирует классификационные и описательные шкалы и градации. Для этого в каждом числовом столбце система находит минимальное и максимальное числовые значения и формирует заданное количество числовых интервалов, после чего числовые значения заменяются их интервальными значениями. В текстовых столбцах система находит уникальные текстовые значения. Каждое УНИКАЛЬНОЕ интервальное числовое или текстовое значение считается градацией классификационной или описательной шкалы, характеризующей объект. В каждой шкале ее градации сортируются по алфавиту. С использованием шкал и градаций кодируются исходные данные в результате чего генерируется обучающая выборка, каждый объект которой соответствует одной строке файла исходных данных NP_DATA и содержит коды классов, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений классов с градациями классификационных шкал и коды признаков, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений признаков с градациями описательных шкал
- Распознаваемая выборка формируется на основе файла INP_RASP аналогично, за исключением того, что классификационные и описательные шкалы и градации не создаются, а используются ранее созданные в модели, и базы распознаваемой выборки могут не включать коды классов, если столбцы классов в файле INP_RASP были пустыми. Структура файла INP_RASP должна быть такая же, как INP_DATA, т.е. они должны ПОЛНОСТЬЮ совпадать по наименованиям столбцов, но могут иметь разное количество строк с разными значениями в них.

Принцип организации таблицы исходных данных:

Наименование объекта обучающей выборки	Наименование 1-й классификационной шкалы	Наименование 2-й классификационной шкалы	...	Наименование 1-й описательной шкалы	Наименование 2-й описательной шкалы	...
1-й объект обучающей выборки (1-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	...	Значение шкалы	Значение шкалы	...
2-й объект обучающей выборки (2-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	...	Значение шкалы	Значение шкалы	...
...	...	...	...	...	...	...

Определения основных терминов и профилактика типичных ошибок при подготовке Excel-файла исходных данных



Помощь по режиму 2.3.2.2 для случая Excel-файлов исходных данных

Режим 2.3.2.2: Универсальный программный интерфейс импорта данных из внешней базы данных "Inp_data.xls[x]" в систему "Эйдос-X++"
ТЕРМИНЫ АСК-АНАЛИЗА И СИСТЕМЫ "ЭЙДОС":
Шкала представляет собой способ формализации предметной области. Используется числовые и текстовые шкалы, при этом текстовые могут быть номинальными и порядковыми. На номинальных шкалах есть только отношения эквивалентности и неэквивалентности, на порядковых,кроме того еще отношения "больше", "меньше", а на числовых - кроме того могут выполняться все арифметические операции. Каждый объект выборки (наблюдение) описан с одной стороны своими признаками, а с другой -принадлежностью к некоторым обобщающим категориям (классам). Такая структура описания называется онтологией или фреймом экземпляром и является базовой для всех моделей представления знаний.
В АСК-анализе и системе "Эйдос" используется три интерпретации шкал и градаций: универсальная, статическая и динамическая:
· в универсальной интерпретации: признаки - это градации описательных шкал;
· в статической интерпретации: описательная шкала - это свойство, а градация (признак) - это степень выраженности этого свойства;
· в динамической интерпретации: описательная шкала - это фактор, а градация (признак) - это значение фактора;
· в универсальной интерпретации: классы - это градации классификационных шкал;
· в статической интерпретации: классификационная шкала - способ классификации обобщающих категорий (классов), к которым в настоящем времени по отношению к признакам относятся состояния объекта моделирования;
· в динамической интерпретации: классификационная шкала - способ классификации обобщающих категорий (классов), к которым в будущем времени по отношению к признакам относятся состояния объекта прогнозирования или управления;
ПРОФИЛАКТИКА ОШИБОК В ФАЙЛЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:
· 1-я строка файла "Inp_data.xls[x]" должна содержать наименования колонок. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом переносы по словам разрешены, а объединение ячеек, разрыв строки знак абзаца и неалфавитные символы не допускаются. Эти наименования должны быть короткими, но понятными, т.к.они будут в выходных формах, а к ним еще будут добавляться наименования градаций. В числовых шкалах надо обязательно указывать единицы измерения. Число знаков после запятой в числовой колонке должно быть одинаковым.
· 1-я колонка содержит наименование объекта обучающей выборки или наименование наблюдения. Оно может быть длинным: до 255 символов.
· Столбцы, начиная со 2-го, являются классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового (номинального / порядкового) или числового типа (со знаками после запятой). Чтобы текстовая шкала была порядковой, нужно чтобы при сортировке по алфавиту градации этой шкалы образовывали осмысленную последовательность от минимального значения до максимального. Например, текстовая шкала "Размер" с градациями: "очень малое", "малое", "среднее", "большое", "очень большое", будет номинальной шкалой, т.к.при сортировке по алфавиту они расположатся в порядке: "большое", "малое", "очень большое", "очень малое", "среднее".Чтобы шкала "Размер" стала порядковой нужно в этим градациям присвоить следующие значения: "1/5-очень малое", "2/5-малое", "3/5-среднее", "4/5-большое", "5/5-очень большое".
· Столбцу присваивается числовой тип, если все значения его ячеек числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым (не числом, в т.ч. пробелом), то столбцу присваивается текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами. Если в системе "Эйдос" в режимах 2.1, 2.2 посмотреть на градации классификационных и описательных шкал, которые должны быть числовыми, то сразу будет видно, в какой форме представлены числа: числовыми диапазонами или прямо числами. Если числовыми диапазонами, значит в файле исходных данных в этом отношении все правильно, если же числами, то возможно в Excel-файле нужно заменить десятичные точки на запятые, а также найти и исправить нечисловые данные в числовых по смыслу колонках. Быстро найти их можно перейдя на последнюю строку файла исходных данных и задав расчет суммы колонки. В формуле будет видно с какой строки идет расчет суммы. Если со 2-й, то значит все верно, иначе будет указана строка, в которой находится нечисловое значение.
· Система "Эйдос" работает с областью данных файла исходных данных, которую можно выделить блоком, поставив курсор в ячейку A1, нажав Ctrl+Home, а затем зажав клавиши Shift+Ctrl нажать End. Если этот блок выходит за пределы области таблицы, фактически занятой данными надо скопировать эту фактическую область данных в буфер обмена, создать новый лист и скопировать в него, а исходный лист удалить.
· Иногда бывает полезно сбросить все форматирование Excel-таблицы исходных данных. Это можно сделать в MS Excel. А можно скопировать таблицу в MS Word, а потом обратно в MS Excel.

Принцип организации таблицы исходных данных:

Наименование объекта обучающей выборки	Наименование 1-й классификационной шкалы	Наименование 2-й классификационной шкалы	...	Наименование 1-й описательной шкалы	Наименование 2-й описательной шкалы	...
1-й объект обучающей выборки (1-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	...	Значение шкалы	Значение шкалы	...
2-й объект обучающей выборки (2-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	...	Значение шкалы	Значение шкалы	...
...	...	...	...	...	...	...

Рисунок 7. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

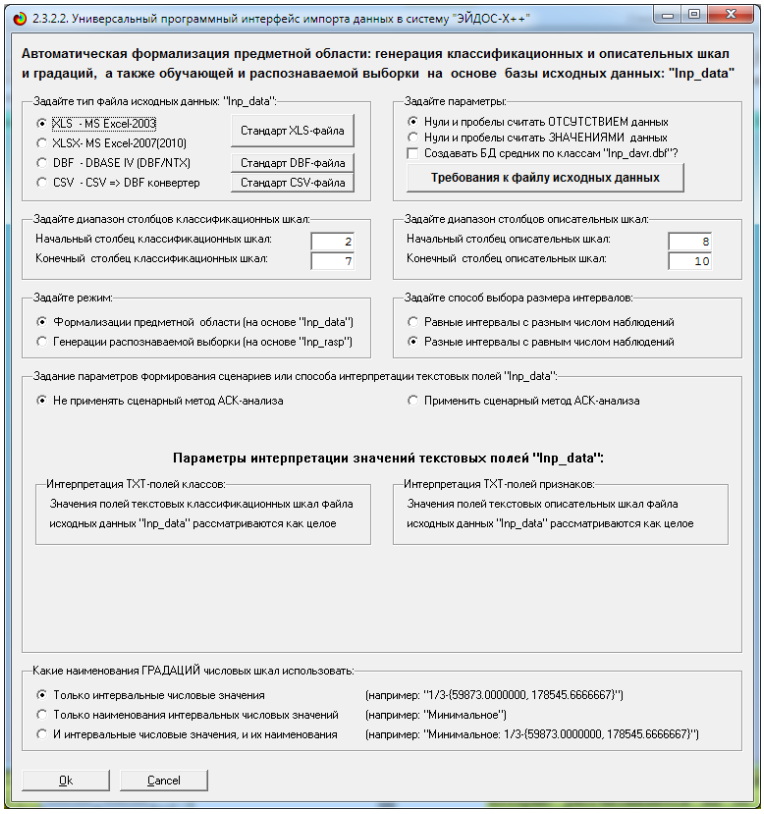
Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос» с ***реальными параметрами***, использованными в данной работе, приведены на рисунках 8.

В таблицах 6, 7, 8 приведены классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающая выборка, сформированные API-2.3.2.2 при параметрах, показанных на рисунках 8.

На 2-м рисунке 8 указано, что в описательных шкалах суммарное количество градаций 12, а в таблице 7 их приведено лишь 11. Это потому, что в шкале «Удобрения» есть градация «Пробел», которая в соответствии с параметрами на 1-м рисунке 8 рассматривается не как значащая, а как ***отсутствие данных***.

Для классификационных шкал на 3-м рисунке 8 приведено также количество наблюдений для каждого интервального значения (градации) и его размер. За счет того, что интервальные значения имеют разные размеры удается преодолеть ***несбалансированность данных***, т.к. число наблюдений в каждом интервальном значении некоторой шкалы получается равным с точностью 1 (т.к. число наблюдений – всегда целое число).

Под ***несбалансированностью данных*** *понимается* ***неравномерность*** *распределения значений свойств объекта моделирования или действующих на него факторов по диапазону изменения значений числовых шкал.*



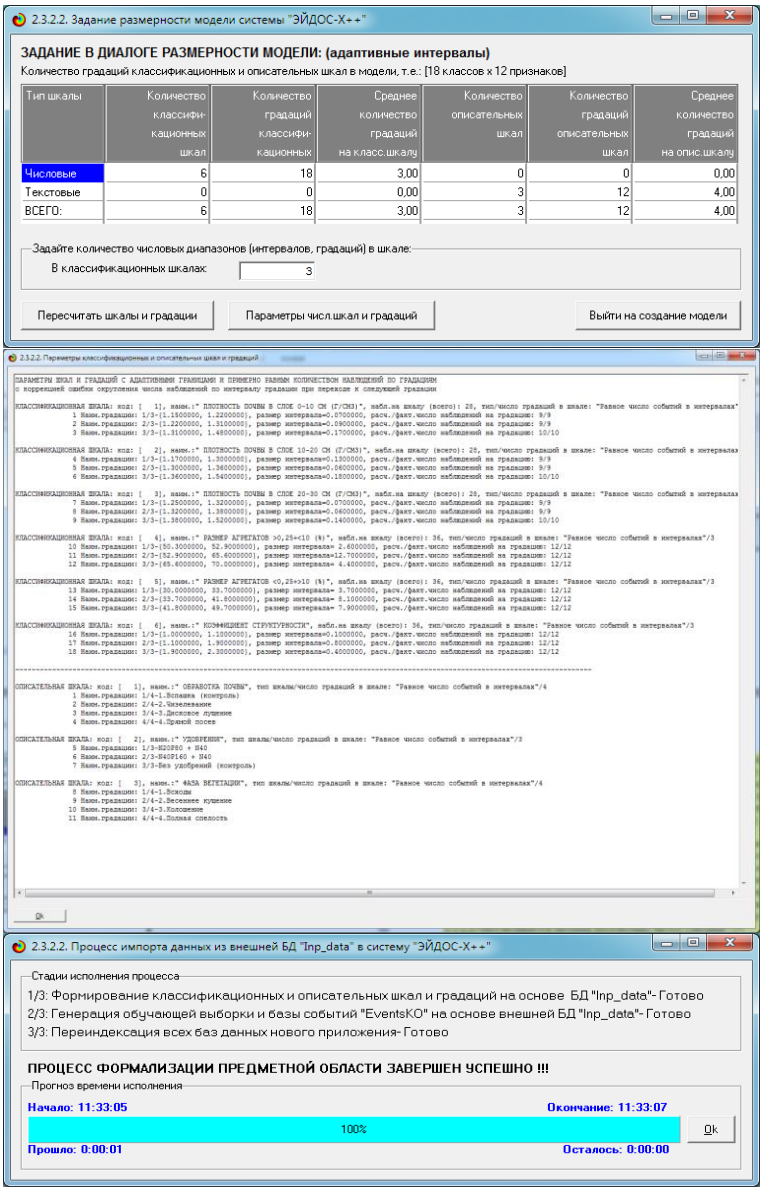


Рисунок 8. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

Таблица 6 – Классификационные шкалы и градации (числовые шкалы)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1500000, 1.2200000}
2	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.2200000, 1.3100000}
3	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3100000, 1.4800000}
4	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1700000, 1.3000000}
5	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3000000, 1.3600000}
6	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3600000, 1.5400000}
7	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.2500000, 1.3200000}
8	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3200000, 1.3800000}
9	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3800000, 1.5200000}
10	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-1/3-{50.3000000, 52.9000000}
11	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-2/3-{52.9000000, 65.6000000}
12	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-3/3-{65.6000000, 70.0000000}
13	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-1/3-{30.0000000, 33.7000000}
14	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-2/3-{33.7000000, 41.8000000}
15	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-3/3-{41.8000000, 49.7000000}
16	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-1/3-{1.0000000, 1.1000000}
17	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-2/3-{1.1000000, 1.9000000}
18	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-3/3-{1.9000000, 2.3000000}

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

Таблица 7 – Описательные шкалы и градации (лингвистические переменные)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)
2	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание
3	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение
4	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев
5	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40
6	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40
7	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)
8	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы
9	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение
10	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение
11	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость

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

Таблица 8 – Обучающая выборка (полностью)

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
1				10	15	16	1	7	8
2				10	15	16	1	5	8
3				10	15	16	1	6	8
4				10	15	16	2	7	8
5				10	15	16	2	5	8
6				10	15	16	2	6	8
7				10	15	16	3	7	8
8				10	15	16	3	5	8
9				10	15	16	3	6	8
10				10	15	16	4	7	8
11				10	15	16	4	5	8
12				10	15	16	4	6	8
13	1	4	7	12	13	18	1	7	9
14	1	4	7	12	13	18	1	5	9
15	1	4	7	12	13	18	1	6	9
16	1	4	8	12	13	18	2	7	9
17	1	4	8	12	13	18	2	5	9
18	1	4	8	12	13	18	2	6	9
19	1	4	7	12	13	18	3	7	9
20	1	4	7	12	13	18	3	5	9
21	1	4	7	12	13	18	3	6	9
22	2	5	7	12	13	18	4	7	9
23	2	5	7	12	13	18	4	5	9
24	2	5	7	12	13	18	4	6	9
25	2	4	7				1		10
26	1	5	7				2		10
27	3	5	9				3		10
28	2	6	9				4		10
29	3	5	8	11	14	17	1	7	11
30	3	5	8	11	14	17	1	5	11
31	3	5	8	11	14	17	1	6	11
32	3	6	8	11	14	17	2	7	11
33	3	6	8	11	14	17	2	5	11
34	3	6	8	11	14	17	2	6	11
35	2	6	9	11	14	17	3	7	11
36	2	6	9	11	14	17	3	5	11
37	2	6	9	11	14	17	3	6	11
38	3	6	9	11	14	17	4	7	11
39	3	6	9	11	14	17	4	5	11
40	3	6	9	11	14	17	4	6	11

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000002\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. *Задача-3.* Синтез статистических и системно-когнитивных моделей. Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний

В системе «Эйдос» синтез моделей производится в режиме 3.5 (рисунок 9)[8]:

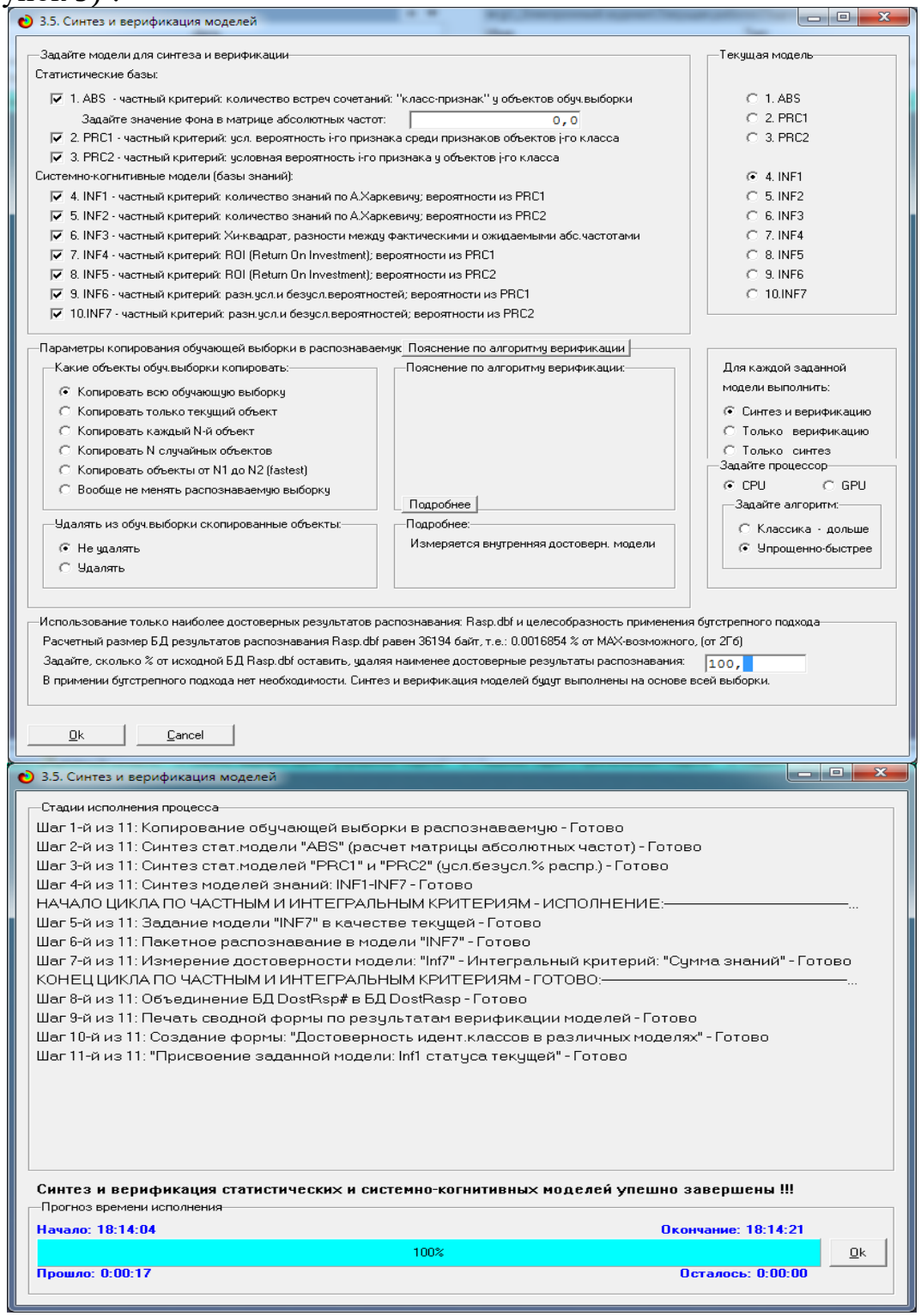


Рисунок 9. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

[8] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

В результате создано 10 моделей (рисунки 10-13):

5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обуч.выборки"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1500000, 1.2200000)	2. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.2200000, 1.3100000)	3. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3100000, 1.4800000)	4. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1700000, 1.3000000)	5. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3000000, 1.3600000)	6. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3600000, 1.5400000)	7. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.2500000, 1.3200000)	8. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3200000, 1.3800000)	9. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3800000, 1.5200000)	10. РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 1/3 (50.3000000, 52.9000000)	11. РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 2/3 (52.9000000, 65.6000000)	12. РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 3/3 (65.6000000, 70.0000000)	13. РАЗМЕР АГРЕГАТ <0,25+>1 (%) 1/3 (30.0000 33.70000
1.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)	3.0	1.0	3.0	4.0	3.0		4.0	3.0		3.0	3.0	3.0	
2.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание	4.0		3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	6.0		3.0	3.0	3.0	
3.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение	3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	3.0	3.0		4.0	3.0	3.0	3.0	
4.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев		4.0	3.0		3.0	4.0	3.0		4.0	3.0	3.0	3.0	
5.0	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	
6.0	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	
7.0	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)	3.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	4.0	4.0	4.0	
8.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы										12.0			
9.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение	9.0	3.0		9.0	3.0		9.0	3.0				12.0	1
10.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение	1.0	2.0	1.0	1.0	2.0	1.0	2.0		2.0				
11.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость		3.0	9.0		3.0	9.0		6.0	6.0		12.0		
	Сумма числа признаков	29.0	22.0	29.0	29.0	22.0	29.0	31.0	27.0	22.0	36.0	36.0	36.0	3
	Среднее	2.6	2.0	2.6	2.6	2.0	2.6	2.8	2.5	2.0	3.3	3.3	3.3	
	Среднеквадратичное отклонение	2.6	1.3	2.5	2.6	1.0	2.6	2.4	2.3	2.0	3.3	3.3	3.3	
	Сумма числа объектов обуч.выборки	10.0	8.0	10.0	10.0	8.0	10.0	11.0	9.0	8.0	12.0	12.0	12.0	1

Рисунок 10. Статистическая модель «ABS», матрица абсолютных частот

5.5. Модель: "3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1500000, 1.2200000)	2. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.2200000, 1.3100000)	3. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3100000, 1.4800000)	4. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1700000, 1.3000000)	5. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3000000, 1.3600000)	6. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3600000, 1.5400000)	7. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.2500000, 1.3200000)	8. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3200000, 1.3800000)	9. ПЛОТНО... ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3800000, 1.5200000)	10. РАЗМЕР АГРЕГАТ... >0,25+<10 (%) 1/3 (50.30000... 52.9000000)	11. РАЗМЕР АГРЕГАТ... >0,25+<10 (%) 2/3 (52.90000... 65.6000000)	12. РАЗМЕР АГРЕГАТ... >0,25+<10 (%) 3/3 (65.60000... 70.0000000)	13. РАЗМЕР АГРЕГАТ... <0,25+>10 (%) 1/3 (30.00000... 33.7000000)	14. РАЗМЕР АГРЕГАТ... <0,25+>10 (%) 2/3 (33.70000... 41.8000000)	15. РАЗМЕР АГРЕГАТ... <0,25+>10 (%) 3/3 (41.80000... 49.7000000)
1.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)	30.000	12.500	30.000	40.000	37.500		36.364	33.333		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
2.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание	40.000		30.000	30.000	12.500	30.000	9.091	66.667		25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
3.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение	30.000	37.500	10.000	30.000	12.500	30.000	27.273		50.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
4.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев		50.000	30.000		37.500	40.000	27.273		50.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000	25.000
5.0	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40	30.000	25.000	30.000	30.000	25.000	30.000	27.273	33.333	25.000	33.333	33.333	33.333	33.333	33.333	33.333
6.0	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40	30.000	25.000	30.000	30.000	25.000	30.000	27.273	33.333	25.000	33.333	33.333	33.333	33.333	33.333	33.333
7.0	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)	30.000	25.000	30.000	30.000	25.000	30.000	27.273	33.333	25.000	33.333	33.333	33.333	33.333	33.333	33.333
8.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы										100.000					100.000
9.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение	90.000	37.500		90.000	37.500		81.818	33.333				100.000	100.000		
10.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение	10.000	25.000	10.000	10.000	25.000	10.000	18.182		25.000						
11.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость		37.500	90.000		37.500	90.000		66.667	75.000		100.000			100.000	
	Сумма	290.000	275.000	290.000	290.000	275.000	290.000	281.818	300.000	275.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000
	Среднее	26.364	25.000	26.364	26.364	25.000	26.364	25.620	27.273	25.000	27.273	27.273	27.273	27.273	27.273	27.273
	Среднеквадратичное отклонение	25.814	15.830	24.623	25.814	12.518	25.814	22.218	25.042	25.018	27.678	27.678	27.678	27.678	27.678	27.678

Рисунок 11. Статистическая модель «PRC2», матрица условных и безусловных процентных распределений

5.5. Модель: "4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1500000, 1.2200000)	2. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.2200000, 1.3100000)	3. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3100000, 1.4800000)	4. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1700000, 1.3000000)	5. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3000000, 1.3600000)	6. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3600000, 1.5400000)	7. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.2500000, 1.3200000)	8. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3200000, 1.3800000)	9. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3800000, 1.5200000)	10. РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 1/3 (50.3000000, 52.9000000)	11. РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 2/3 (52.9000000, 65.6000000)	12. РАЗМЕР АГРЕГАТ >0,25+<10 (%) 3/3 (65.60000 70.0000
1.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)	0.128	-0.413	0.128	0.318	0.310		0.274	0.176		-0.014	-0.014	-0
2.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание	0.318		0.128	0.128	-0.413	0.128	-0.639	0.632		-0.014	-0.014	-0
3.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение	0.128	0.310	-0.595	0.128	-0.413	0.128	0.085		0.500	-0.014	-0.014	-0
4.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев		0.500	0.128		0.310	0.318	0.085		0.500	-0.014	-0.014	-0
5.0	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40	-0.018	-0.103	-0.018	-0.018	-0.103	-0.018	-0.062	0.029	-0.103	0.029	0.029	0
6.0	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40	-0.018	-0.103	-0.018	-0.018	-0.103	-0.018	-0.062	0.029	-0.103	0.029	0.029	0
7.0	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)	-0.018	-0.103	-0.018	-0.018	-0.103	-0.018	-0.062	0.029	-0.103	0.029	0.029	0
8.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы										1.088		
9.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение	0.585	0.043		0.585	0.043		0.541	-0.091				0
10.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение	0.318	0.956	0.318	0.318	0.956	0.318	0.730		0.956			
11.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость		0.043	0.585		0.043	0.585		0.365	0.500		0.632	
	Сумма	1.422	1.129	0.638	1.422	0.527	1.422	0.889	1.167	2.145	1.118	0.662	0
	Среднее	0.129	0.103	0.058	0.129	0.048	0.129	0.081	0.106	0.195	0.102	0.060	0
	Среднеквадратичное отклонение	0.199	0.367	0.285	0.199	0.382	0.199	0.355	0.212	0.357	0.328	0.190	0

Рисунок 12. Системно-когнитивная модель «INF1», матрица информавностей (по А.Харкевичу)

5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1500000, 1.2200000)	2. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.2200000, 1.3100000)	3. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0 10 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3100000, 1.4800000)	4. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.1700000, 1.3000000)	5. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3000000, 1.3600000)	6. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10 20 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3600000, 1.5400000)	7. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 1/3 (1.2500000, 1.3200000)	8. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 2/3 (1.3200000, 1.3800000)	9. ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20 30 СМ (Г/СМ3) 3/3 (1.3800000, 1.5200000)	10. РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 1/3 (50.3000000, 52.9000000)	11. РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 2/3 (52.9000000, 65.6000000)	12. РАЗМЕР АГРЕГАТО >0,25+<10 (%) 3/3 (65.600000 70.000000
1.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)	0.532	-0.872	0.532	1.532	1.128	-2.468	1.362	0.702	-1.872	-0.064	-0.064	-0
2.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание	1.532	-1.872	0.532	0.532	-0.872	0.532	-1.638	3.702	-1.872	-0.064	-0.064	-0
3.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение	0.532	1.128	-1.468	0.532	-0.872	0.532	0.362	-2.298	2.128	-0.064	-0.064	-0
4.0	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев	-2.468	2.128	0.532	-2.468	1.128	1.532	0.362	-2.298	2.128	-0.064	-0.064	-0
5.0	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40	-0.085	-0.340	-0.085	-0.085	-0.340	-0.085	-0.298	0.128	-0.340	0.170	0.170	0
6.0	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40	-0.085	-0.340	-0.085	-0.085	-0.340	-0.085	-0.298	0.128	-0.340	0.170	0.170	0
7.0	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)	-0.085	-0.340	-0.085	-0.085	-0.340	-0.085	-0.298	0.128	-0.340	0.170	0.170	0
8.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы	-1.851	-1.404	-1.851	-1.851	-1.404	-1.851	-1.979	-1.723	-1.404	9.702	-2.298	-2
9.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение	5.298	0.191	-3.702	5.298	0.191	-3.702	5.043	-0.447	-2.809	-4.596	-4.596	7
10.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение	0.383	1.532	0.383	0.383	1.532	0.383	1.340	-0.574	1.532	-0.766	-0.766	-0
11.0	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость	-3.702	0.191	5.298	-3.702	0.191	5.298	-3.957	2.553	3.191	-4.596	7.404	-4
	Сумма												
	Среднее												
	Среднеквадратичное отклонение	2.332	1.217	2.199	2.332	0.938	2.332	2.277	1.866	1.970	3.702	2.862	2

Рисунок 13 . Системно-когнитивная модель «INF3», матрица Хи-квадрат (по К.Пирсону)

Полученные модели корректно использовать для решения задач только в том случае, если они достаточно достоверны (адекватны), т.е. верно отражают моделируемую предметную область. Поэтому в следующем разделе оценим достоверность созданных статистических и системно-когнитивных моделей.

3.4. ***Задача-4.*** Верификация моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется по критериям L1- L2-мерам проф. Е.В.Луценко и F-мере [12][9].

Для решения поставленных в работе задач будем использовать системно-когнитивную модель INF3 рисунок 14)[10].

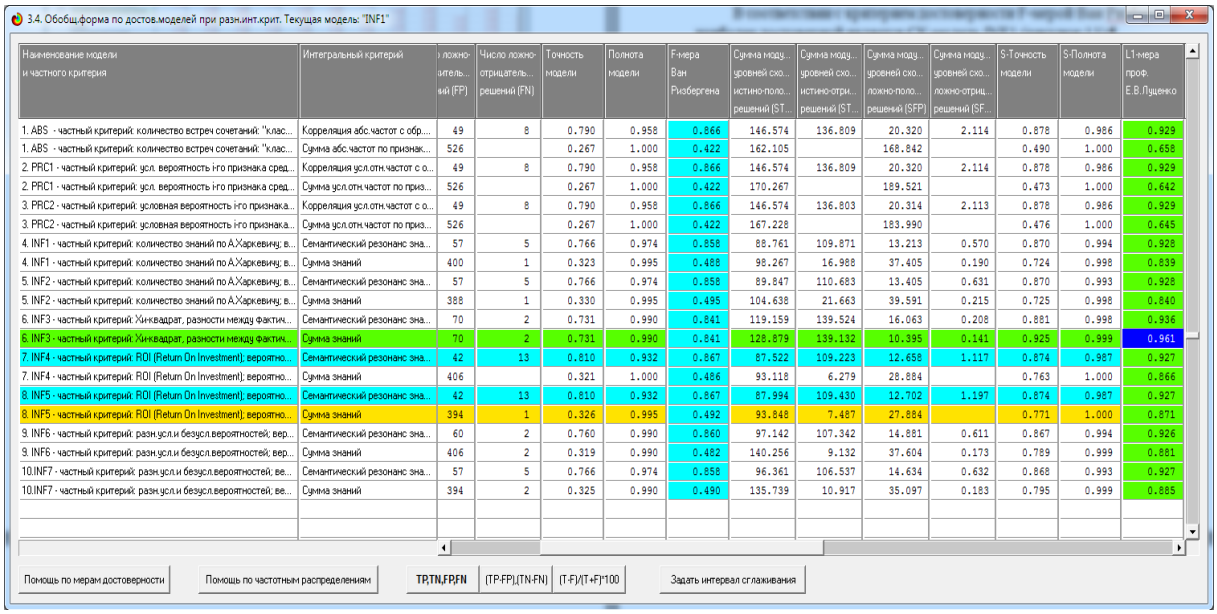
3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Всего логических объектов выборки	Число истинно-положительн... решений (TP)	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложно-положитель... решений (FP)	Число ложно-отрицатель... решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергена	Сумма моду... уровней схо... истинно-поло... решений (ST...	Сумма моду... уровней схо... истинно-отри... решений (ST...	Сумма моду... уровней схо... ложно-поло... решений (SFP)	Сумм уров реше
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс.частот с обр....	192	184	479	49	8	0.790	0.958	0.866	146.574	136.809	20.320	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс.частот по признак...	192	192	2	526		0.267	1.000	0.422	162.105		168.842	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	192	184	479	49	8	0.790	0.958	0.866	146.574	136.809	20.320	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	192	192	2	526		0.267	1.000	0.422	170.267		189.521	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	192	184	479	49	8	0.790	0.958	0.866	146.574	136.803	20.314	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	192	192	2	526		0.267	1.000	0.422	167.228		183.990	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	192	187	471	57	5	0.766	0.974	0.858	88.761	109.871	13.213	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	192	191	128	400	1	0.323	0.995	0.488	98.267	16.988	37.405	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	192	187	471	57	5	0.766	0.974	0.858	89.847	110.683	13.405	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	192	191	140	388	1	0.330	0.995	0.495	104.638	21.663	39.591	
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	192	190	458	70	2	0.731	0.990	0.841	119.159	139.524	16.063	
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	192	190	458	70	2	0.731	0.990	0.841	128.879	139.132	10.395	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	192	179	486	42	13	0.810	0.932	0.867	87.522	109.223	12.658	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	192	192	122	406		0.321	1.000	0.486	93.118	6.279	28.884	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	192	179	486	42	13	0.810	0.932	0.867	87.994	109.430	12.702	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	192	191	134	394	1	0.326	0.995	0.492	93.848	7.487	27.884	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	192	190	468	60	2	0.760	0.990	0.860	97.142	107.342	14.881	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	192	190	122	406	2	0.319	0.990	0.482	140.256	9.132	37.604	
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	192	187	471	57	5	0.766	0.974	0.858	96.361	106.537	14.634	
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	192	190	134	394	2	0.325	0.990	0.490	135.739	10.917	35.097	

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TP,TN,FP,FN | (TP-FP),(TN-FN) | (T-F)/(T+F)*100 | Задать интервал сглаживания

[9] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

[10] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.



3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF1"

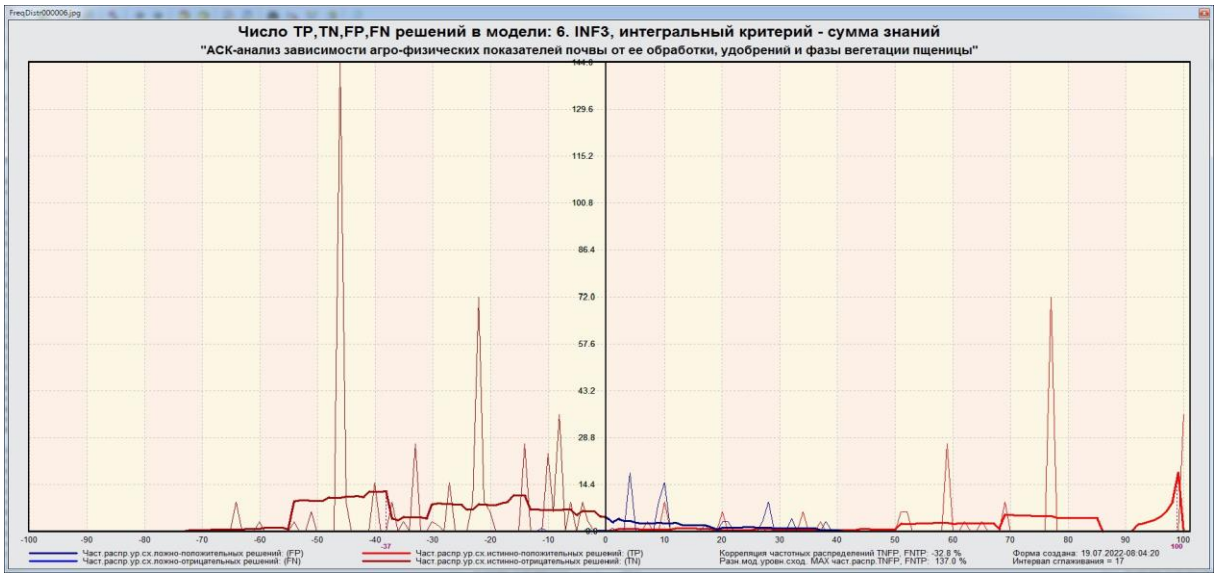
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Число ложно-положительных решений (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Риэбергена	Сумма модулей уровней сходства истинно-положительных решений (ST...	Сумма модулей уровней сходства истинно-отрицательных решений (ST...	Сумма модулей уровней сходства ложно-положительных решений (SFP)	Сумма модулей уровней сходства ложно-отрицательных решений (SF...	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс.частот с обр...	49	8	0.790	0.958	0.866	146.574	136.809	20.320	2.114	0.878	0.986	0.929
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс.частот по признак...	526		0.267	1.000	0.422	162.105		168.842		0.490	1.000	0.658
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	49	8	0.790	0.958	0.866	146.574	136.809	20.320	2.114	0.878	0.986	0.929
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	526		0.267	1.000	0.422	170.267		189.521		0.473	1.000	0.642
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	49	8	0.790	0.958	0.866	146.574	136.803	20.314	2.113	0.878	0.986	0.929
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	526		0.267	1.000	0.422	167.228		183.990		0.476	1.000	0.645
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	57	5	0.766	0.974	0.858	88.761	109.871	13.213	0.570	0.870	0.994	0.928
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	400	1	0.323	0.995	0.488	98.267	16.988	37.405	0.190	0.724	0.998	0.839
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	57	5	0.766	0.974	0.858	89.847	110.683	13.405	0.631	0.870	0.993	0.928
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	388	1	0.330	0.995	0.495	104.638	21.663	39.591	0.215	0.725	0.998	0.840
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	70	2	0.731	0.990	0.841	119.159	139.524	16.063	0.208	0.881	0.998	0.936
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	70	2	0.731	0.990	0.841	128.879	139.132	10.395	0.141	0.925	0.999	0.961
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	42	13	0.810	0.932	0.867	87.522	109.223	12.658	1.117	0.874	0.987	0.927
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	406		0.321	1.000	0.486	93.118	6.279	28.884		0.763	1.000	0.866
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	42	13	0.810	0.932	0.867	87.994	109.430	12.702	1.197	0.874	0.987	0.927
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	394	1	0.326	0.995	0.492	93.848	7.487	27.884		0.771	1.000	0.871
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	60	2	0.760	0.990	0.860	97.142	107.342	14.881	0.611	0.867	0.994	0.926
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	406	2	0.319	0.990	0.482	140.256	9.132	37.604	0.173	0.789	0.999	0.881
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	57	5	0.766	0.974	0.858	96.361	106.537	14.634	0.632	0.868	0.993	0.927
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	394	2	0.325	0.990	0.490	135.739	10.917	35.097	0.183	0.795	0.999	0.885

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TP,TN,FP,FN | (TP-FP),(TN-FN) | (T-F)/(T+F)*100 | Задать интервал сглаживания

Рисунок 14. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

На рисунках 15 приведены частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF3.

Из этих рисунков видно, что чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Поэтому уровень сходства является адекватной внутренней мерой системы «Эйдос», так сказать адекватной мерой самооценки или аудита степени достоверности решений и уровня риска ошибочного решения.



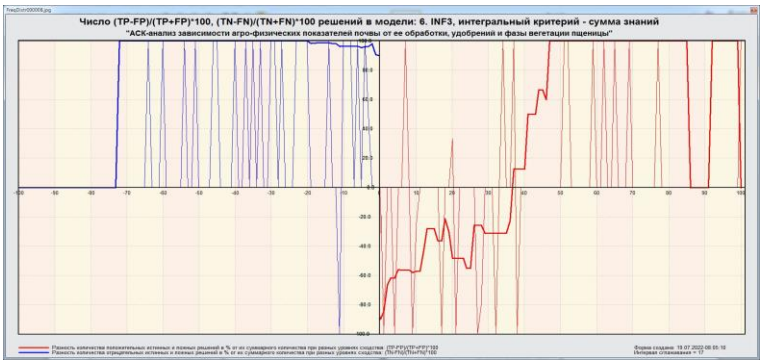


Рисунок 15. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF3

На рисунках 16 приведены экранные формы хелпов режима 3.4, в которых подробно объясняется смысл этого режима. Эти формы приводятся в работе вместо более детального описания данного режима.

Рисунок 16. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

3.5. ***Задача-5.*** Выбор наиболее достоверной модели

Выбор наиболее достоверной модели осуществляется в режиме 5.6 системы «Эйдос» и проходит быстро (рисунки 17)[11].

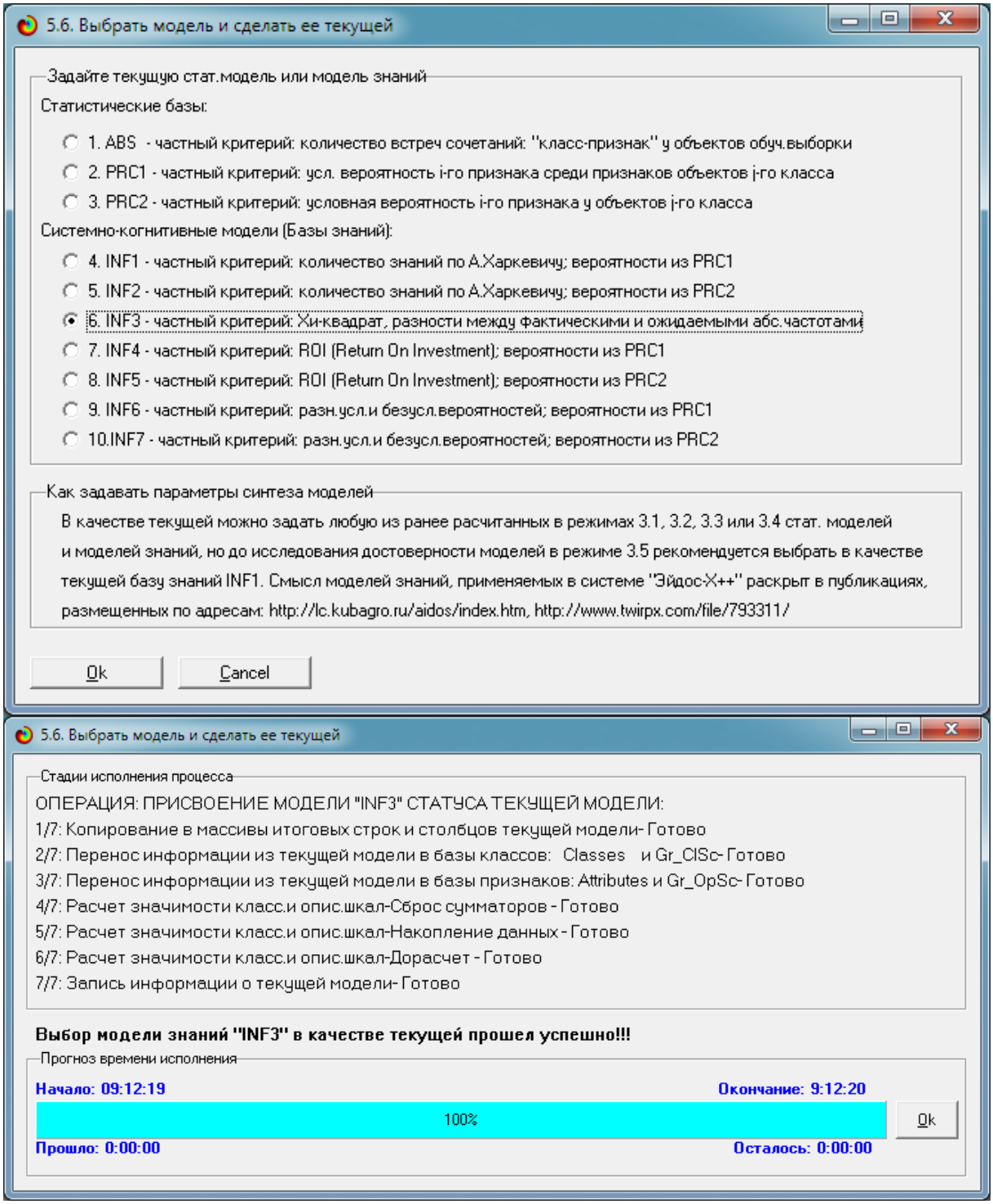


Рисунок 17. Задание СК-модели INF3 в качестве текущей

[11] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

3.6. *Задача-6.* Системная идентификация и прогнозирование

В работах [28, 29] подробно описаны:

– интегральный критерий «Сумма знаний»;

– интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»;

– важные математические свойства интегральных критериев;

Поэтому в данной работе рассматривать их нецелесообразно.

В АСК-анализе разработаны и в системе «Эйдос» реализованы развитые методы прогнозирования, основанные на сценарном методе АСК-анализа или сценарном АСК-анализе. Но в задачи данной работы не входит их подробное рассмотрение, тем более, что они подробно освящены и на теоретическом уровне, и с детальными численными примерами в работах [13, 14] и в ряде других[12].

Поэтому в данной работе рассмотрим стандартный несколько упрощенный вариант решения задачи идентификации и прогнозирования. Запустим режим 4.1.2 системы «Эйдос» (рисунок 18):

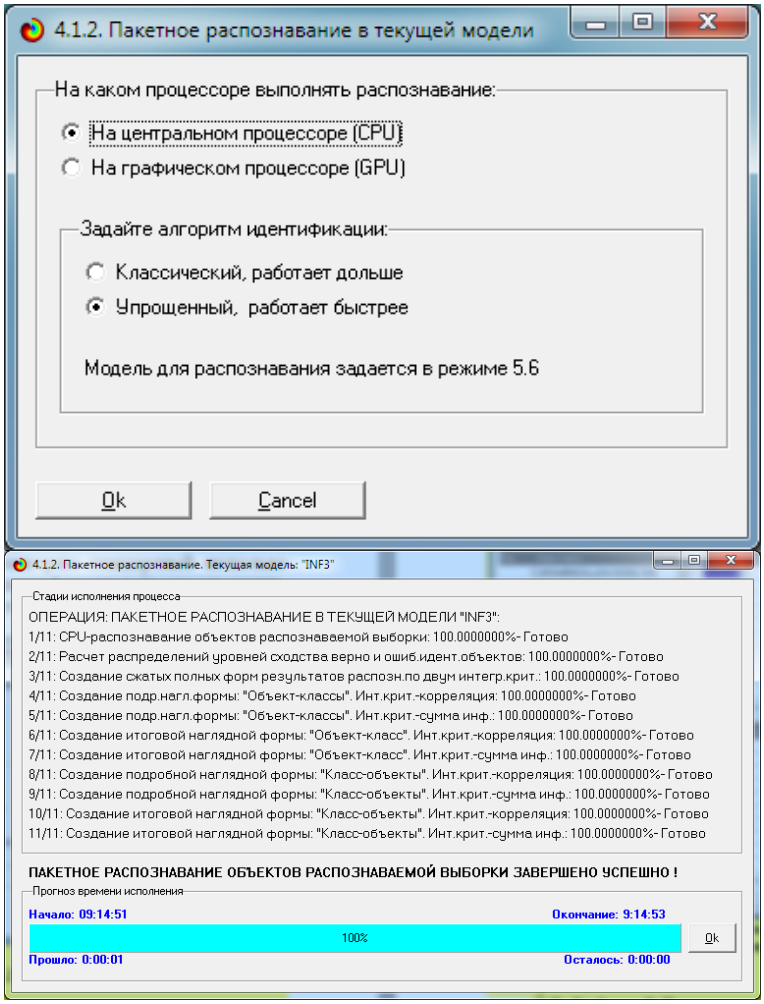


Рисунок 18. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

[12] См., например: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_Scenario_ASC-analysis.htm

По результатам решения задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос» выдается большое количество разнообразных выходных форм, которых в настоящее время 12 (рисунок 19):

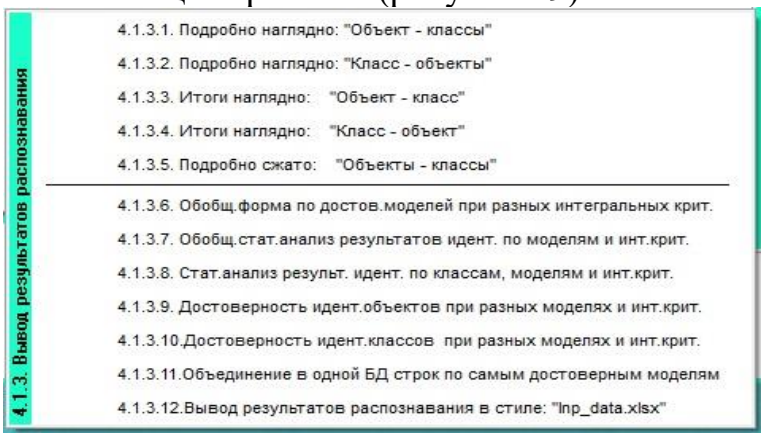


Рисунок 19. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

Из этих выходных форм рассмотрим только две: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 20):

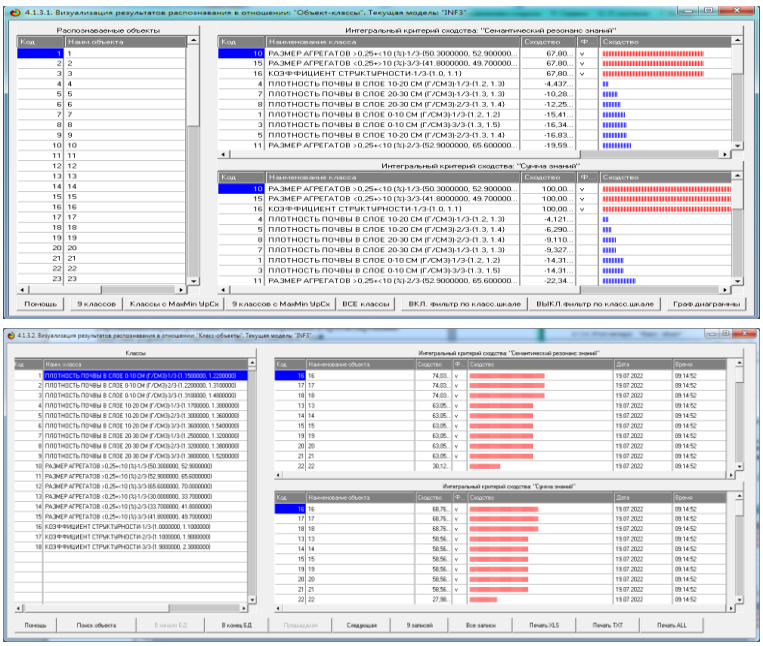


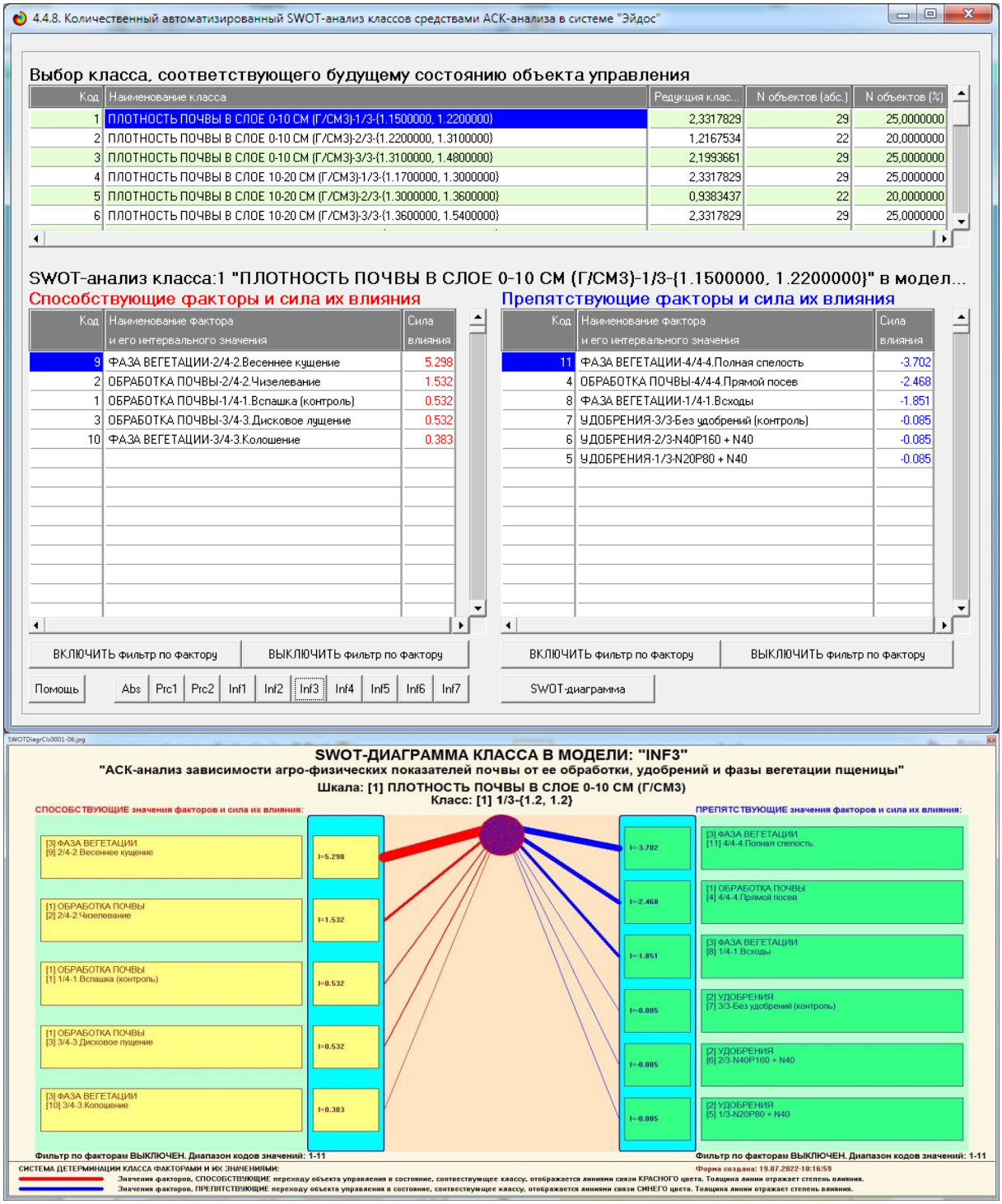
Рисунок 20. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

Эти выходные формы, учитывая сказанное выше об интегральных критериях системы «Эйдос», как говорят «интуитивно понятны» и не требуют особых комментариев.

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

Результаты решения задачи SWOT-анализа приведены на рисунках 21 [15][13].



[13] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

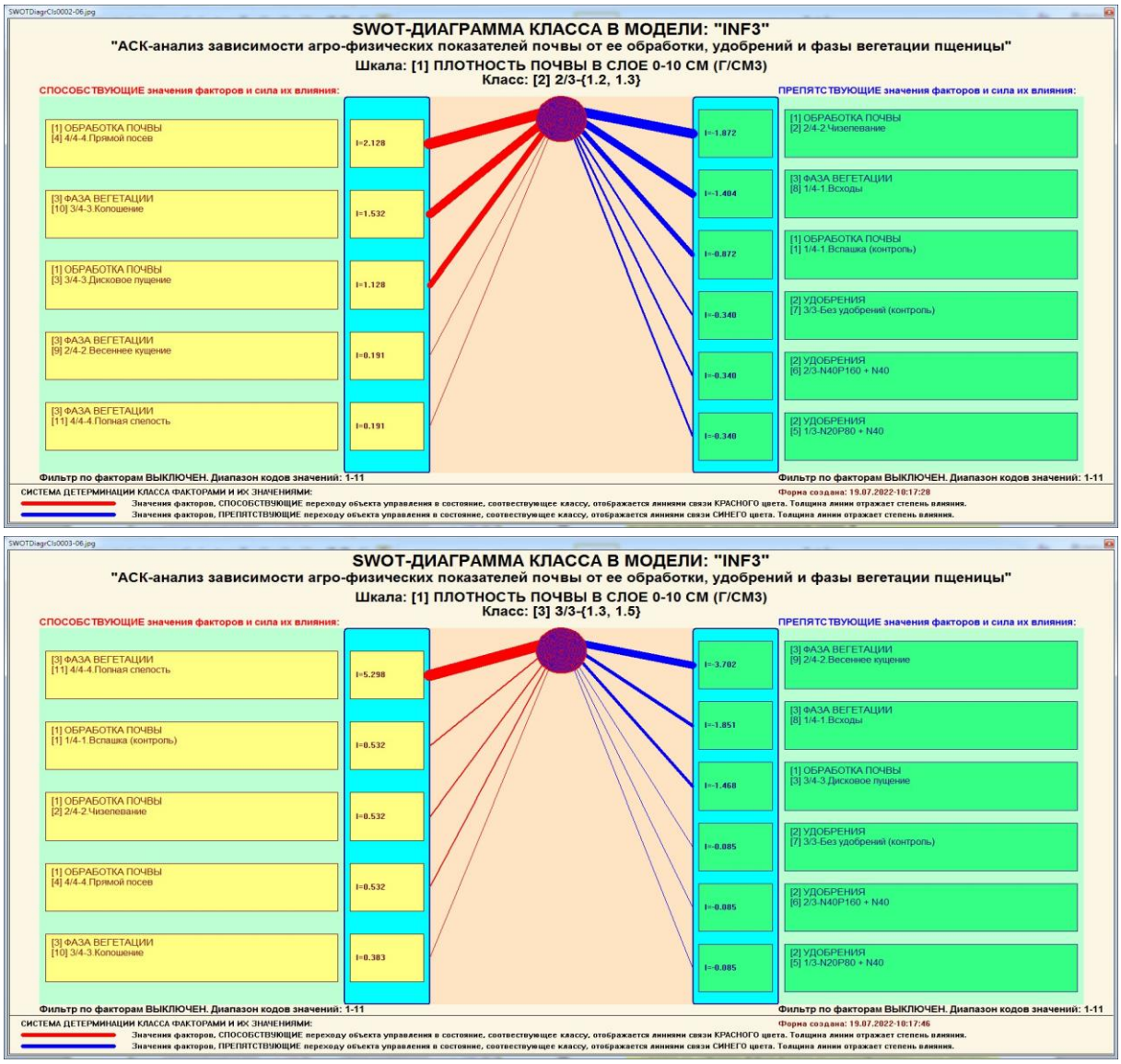


Рисунок 21. Примеры экранных формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

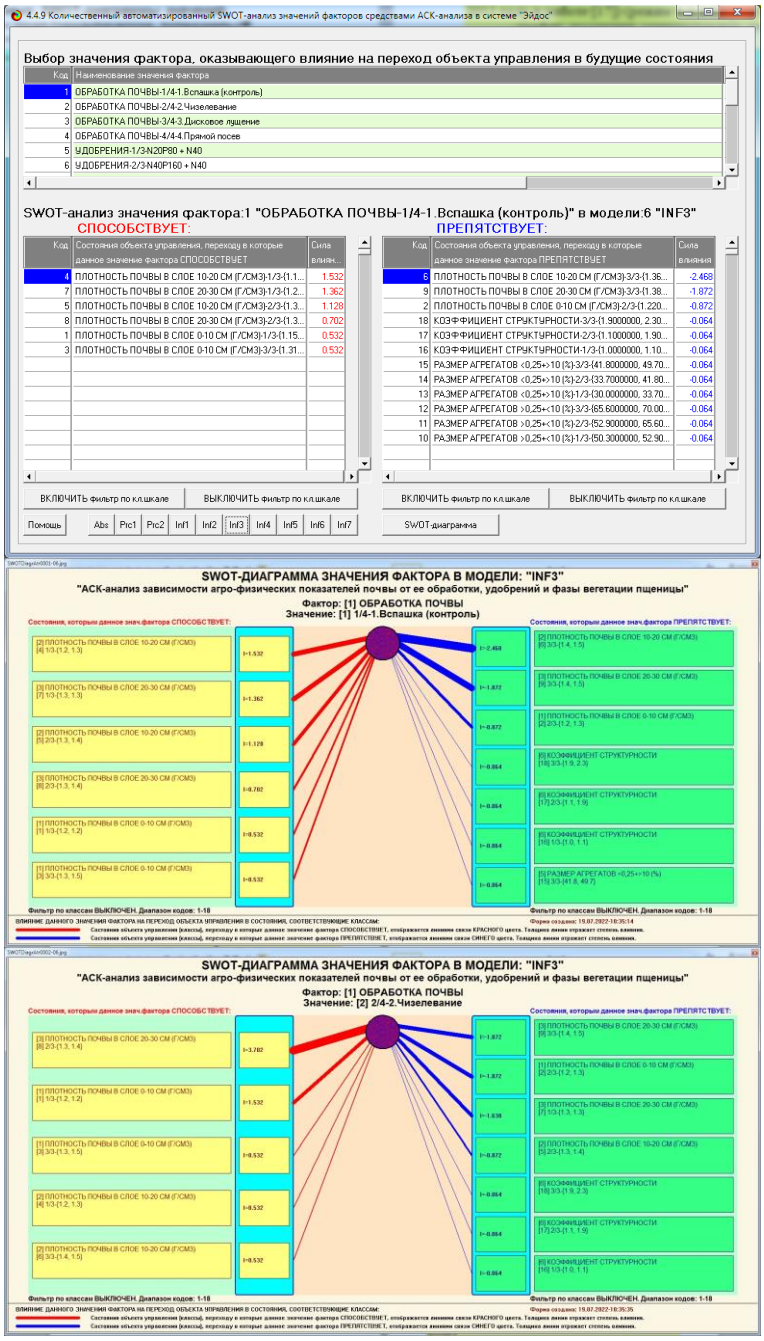
На первом рисунке 21 приведена экранная форма задания в диалоге параметров отображения SWOT-диаграммы. На этой экранной форме в верхнем окне пользователь курсором выбирает исследуемый класс, внизу слева задает модель для исследования, а справа внизу задает отображать ли SWOT-диаграмму. Кроме того пользователь может включить или выключить фильтры по факторам и посмотреть помощь по режиму. При включении фильтра по фактору, на котором стоит курсор, на экранных формах отображается влияние только значения этого фактора.

Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» описан в работах [28, 29], поэтому здесь это делать нецелесообразно.

3.8. *Задача-8.* Исследование объекта моделирования путем исследования его модели

3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)

Инвертированные SWOT-диаграммы для каждого значения фактора, которые представляют собой лингвистические переменные, приведены ниже на рисунке 24[14]:



[14] В работах [1, 2] приедены дополнительные подробности.

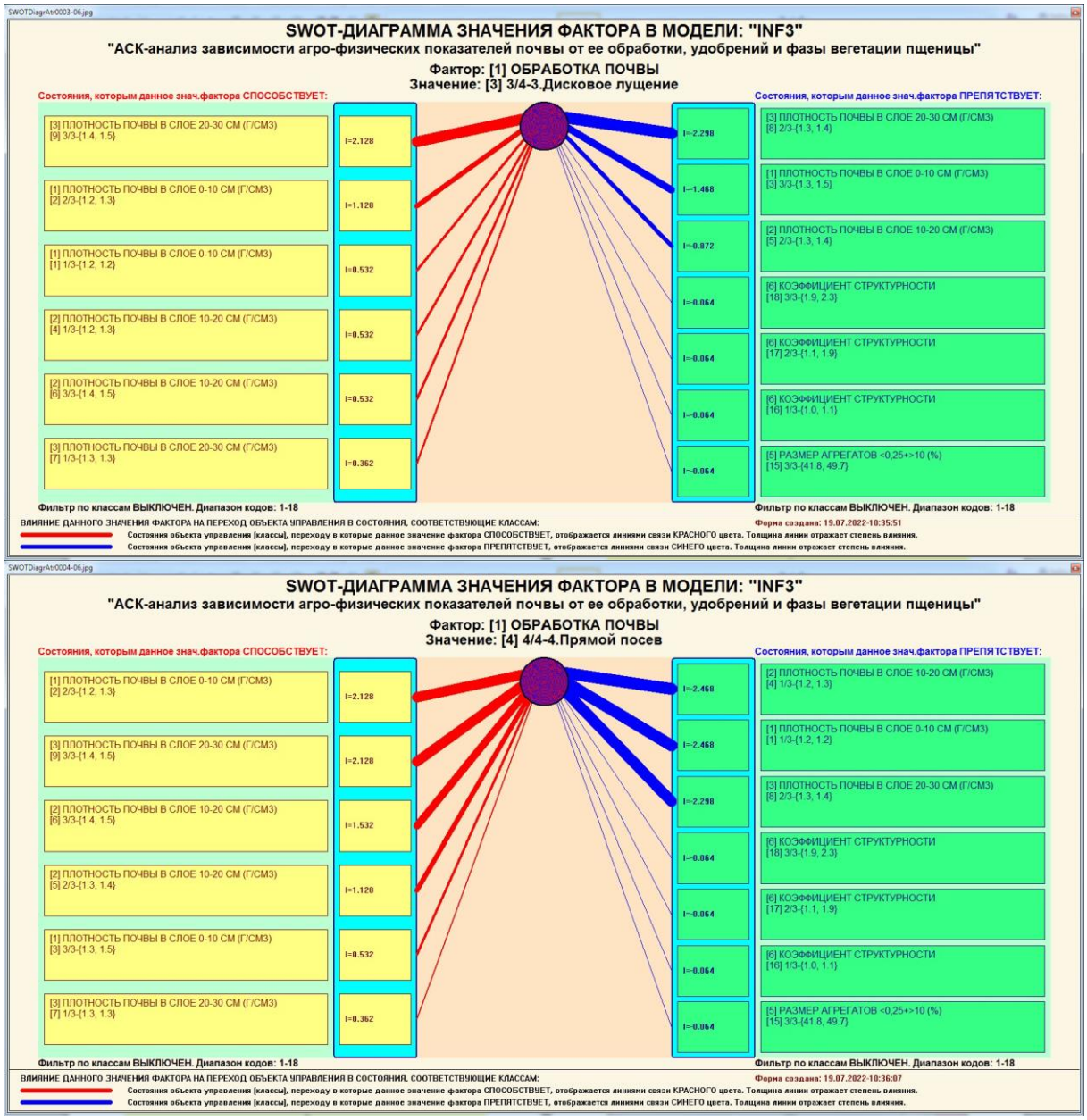


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

Результаты кластерно-конструктивного анализа приведены в таблице 14 и рисунках 25-28.

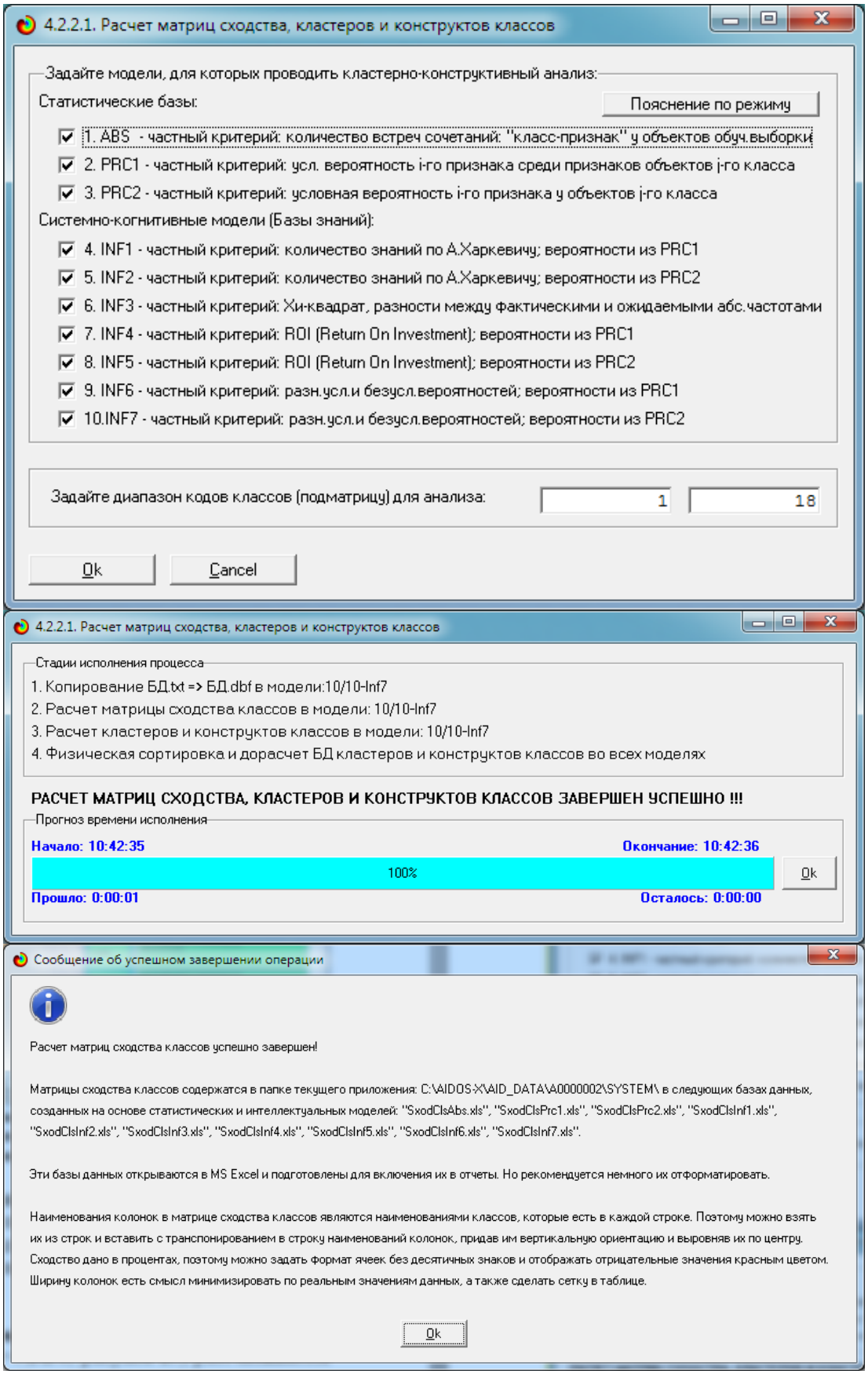


Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

Таблица 9 – Матрица сходства классов в СК-модели INF3 (полностью)

Код класса	Код классификационной шкалы	Наименование классификационной шкалы и класса	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1500000, 1.2200000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.2200000, 1.3100000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3100000, 1.4800000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1700000, 1.3000000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3000000, 1.3600000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3600000, 1.5400000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.2500000, 1.3200000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3200000, 1.3800000}	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3800000, 1.5200000}	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-1/3-{50.3000000, 52.9000000}	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-2/3-{52.9000000, 65.6000000}	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-3/3-{65.6000000, 70.0000000}	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-1/3-{30.0000000, 33.7000000}	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-2/3-{33.7000000, 41.8000000}	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-3/3-{41.8000000, 49.7000000}	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-1/3-{1.0000000, 1.1000000}	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-2/3-{1.1000000, 1.9000000}	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-3/3-{1.9000000, 2.3000000}
1	1	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1500000, 1.2200000}	100	-16	-71	98	-2	-73	81	4	-68	-30	-72	90	90	-72	-30	-30	-72	90
2	1	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.2200000, 1.3100000}	-16	100	6	-12	60	30	30	-58	70	-37	7	7	7	7	-37	-37	7	7
3	1	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3100000, 1.4800000}	-71	6	100	-71	27	87	-72	55	61	-31	96	-76	-76	96	-31	-31	96	-76
4	2	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1700000, 1.3000000}	98	-12	-71	100	7	-78	87	-3	-68	-30	-72	90	90	-72	-30	-30	-72	90
5	2	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3000000, 1.3600000}	-2	60	27	7	100	7	39	-7	26	-48	9	9	9	9	-48	-48	9	9
6	2	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3600000, 1.5400000}	-73	30	87	-78	7	100	-73	31	84	-30	90	-72	-72	90	-30	-30	90	-72
7	3	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.2500000, 1.3200000}	81	30	-72	87	39	-73	100	-39	-44	-30	-75	90	90	-75	-30	-30	-75	90
8	3	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3200000, 1.3800000}	4	-58	55	-3	-7	31	-39	100	-20	-37	48	-20	-20	48	-37	-37	48	-20
9	3	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3800000, 1.5200000}	-68	70	61	-68	26	84	-44	-20	100	-23	68	-60	-60	68	-23	-23	68	-60
10	4	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-1/3-{50.3000000, 52.9000000}	-30	-37	-31	-30	-48	-30	-30	-37	-23	100	-33	-33	-33	-33	100	100	-33	-33
11	4	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-2/3-{52.9000000, 65.6000000}	-72	7	96	-72	9	90	-75	48	68	-33	100	-76	-76	100	-33	-33	100	-76
12	4	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-3/3-{65.6000000, 70.0000000}	90	7	-76	90	9	-72	90	-20	-60	-33	-76	100	100	-76	-33	-33	-76	100
13	5	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-1/3-{30.0000000, 33.7000000}	90	7	-76	90	9	-72	90	-20	-60	-33	-76	100	100	-76	-33	-33	-76	100
14	5	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-2/3-{33.7000000, 41.8000000}	-72	7	96	-72	9	90	-75	48	68	-33	100	-76	-76	100	-33	-33	100	-76
15	5	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-3/3-{41.8000000, 49.7000000}	-30	-37	-31	-30	-48	-30	-30	-37	-23	100	-33	-33	-33	-33	100	100	-33	-33
16	6	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-1/3-{1.0000000, 1.1000000}	-30	-37	-31	-30	-48	-30	-30	-37	-23	100	-33	-33	-33	-33	100	100	-33	-33
17	6	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-2/3-{1.1000000, 1.9000000}	-72	7	96	-72	9	90	-75	48	68	-33	100	-76	-76	100	-33	-33	100	-76
18	6	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-3/3-{1.9000000, 2.3000000}	90	7	-76	90	9	-72	90	-20	-60	-33	-76	100	100	-76	-33	-33	-76	100

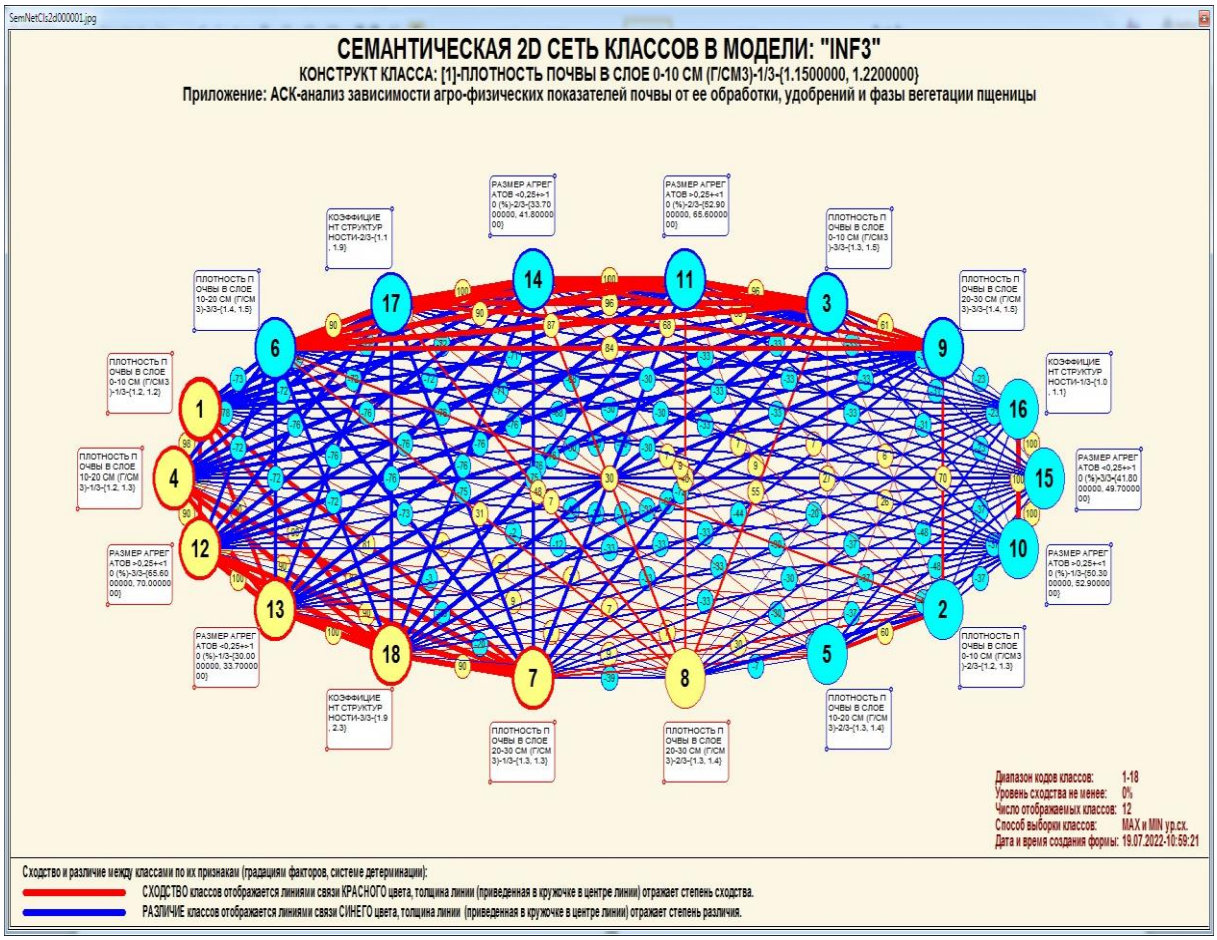


Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)

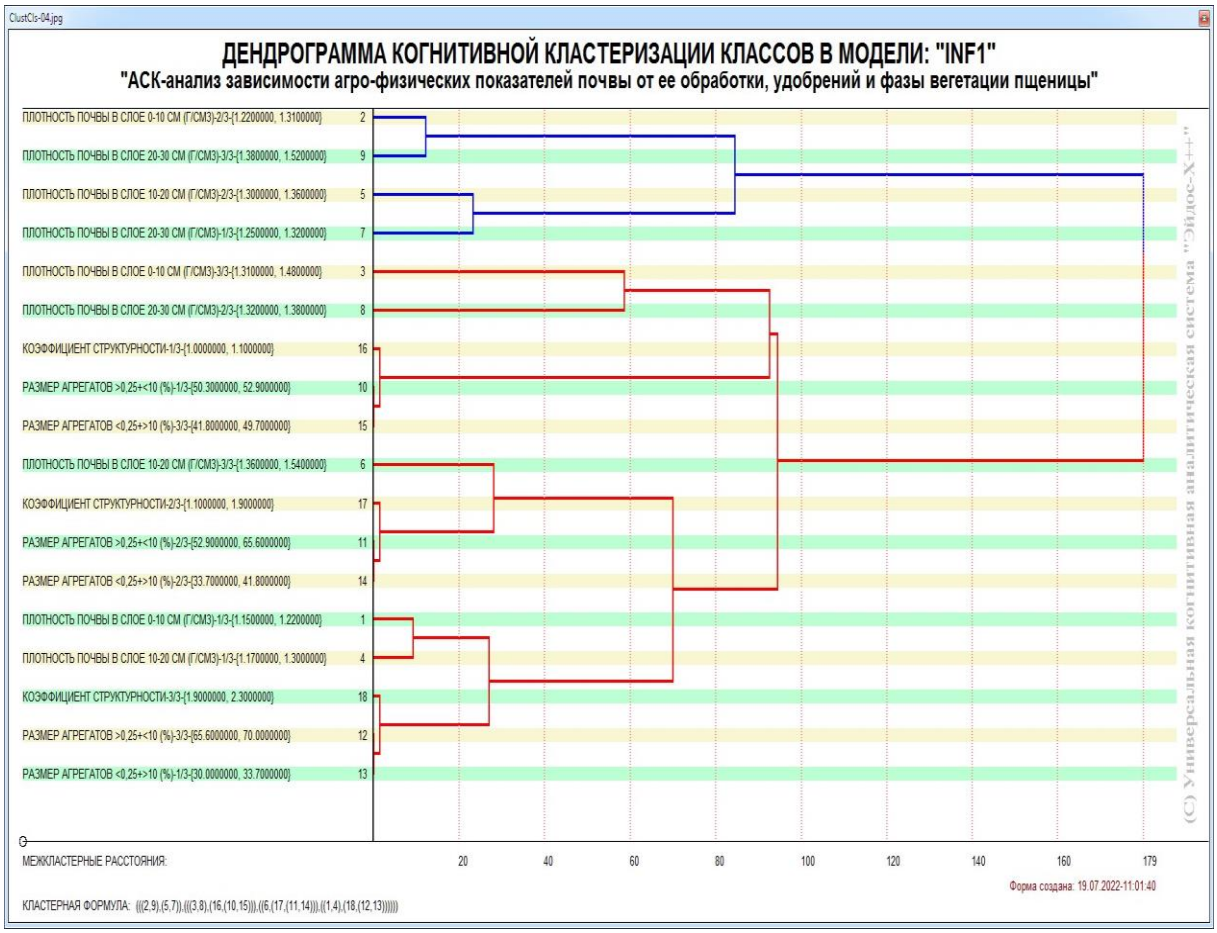


Рисунок 25. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации классов (режим 4.2.2.3)

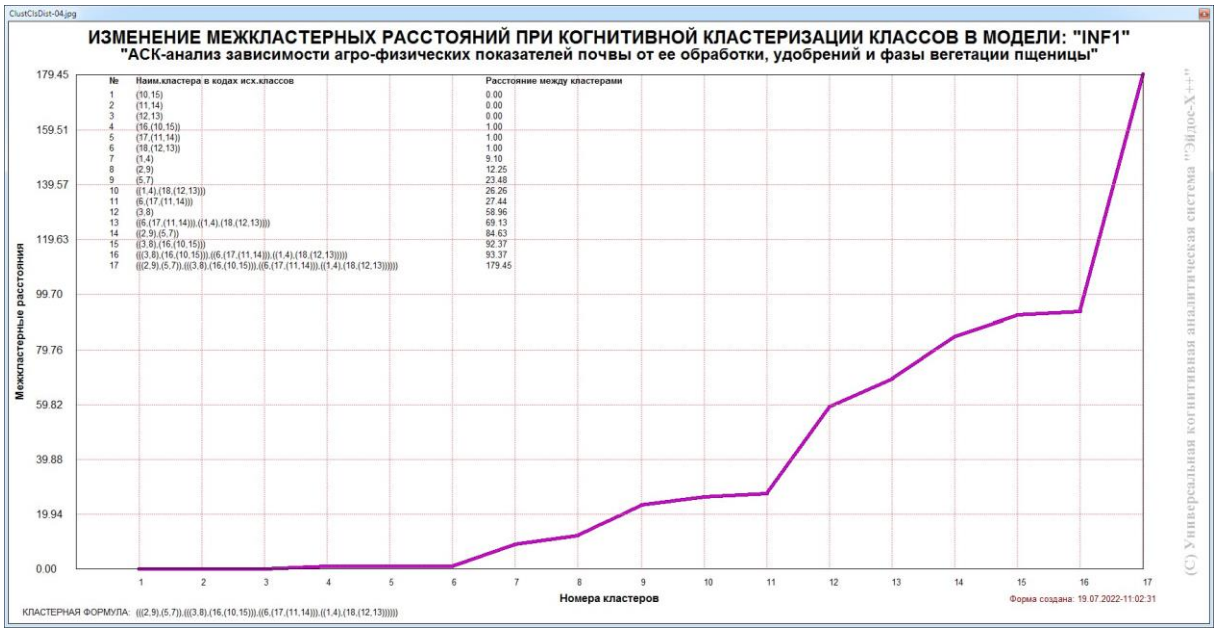


Рисунок 26. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3)

3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

Результаты кластерно-конструктивного анализа признаков приведены в таблице 15 и на рисунках 29-31.

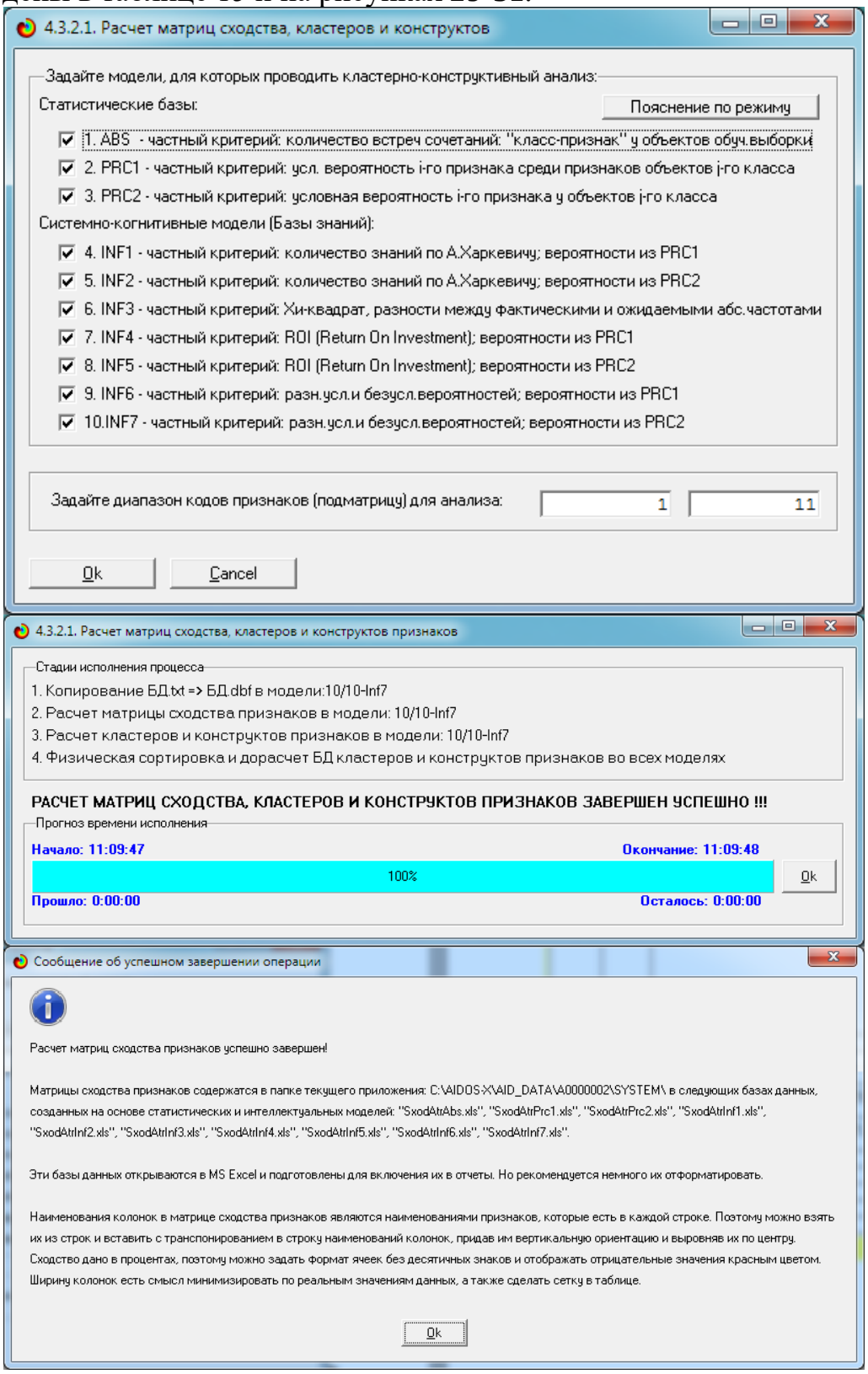


Рисунок 27. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

Таблица 10 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF1 (полностью)

Код значения фактора	Наименование фактора и его значения	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость
1	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)	100	-14	-39	-28	-6	-6	-6	-16	24	7	-9
2	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание	-14	100	11	-17	38	38	38	-4	-17	-42	24
3	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение	-39	11	100	33	-22	-22	-22	-4	12	23	-8
4	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев	-28	-17	33	100	-87	-87	-87	-28	-32	86	16
5	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40	-6	38	-22	-87	100	100	100	34	8	-100	7
6	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40	-6	38	-22	-87	100	100	100	34	8	-100	7
7	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)	-6	38	-22	-87	100	100	100	34	8	-100	7
8	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы	-16	-4	-4	-28	34	34	34	100	-31	-33	-36
9	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение	24	-17	12	-32	8	8	8	-31	100	-7	-59
10	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение	7	-42	23	86	-100	-100	-100	-33	-7	100	-9
11	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость	-9	24	-8	16	7	7	7	-36	-59	-9	100

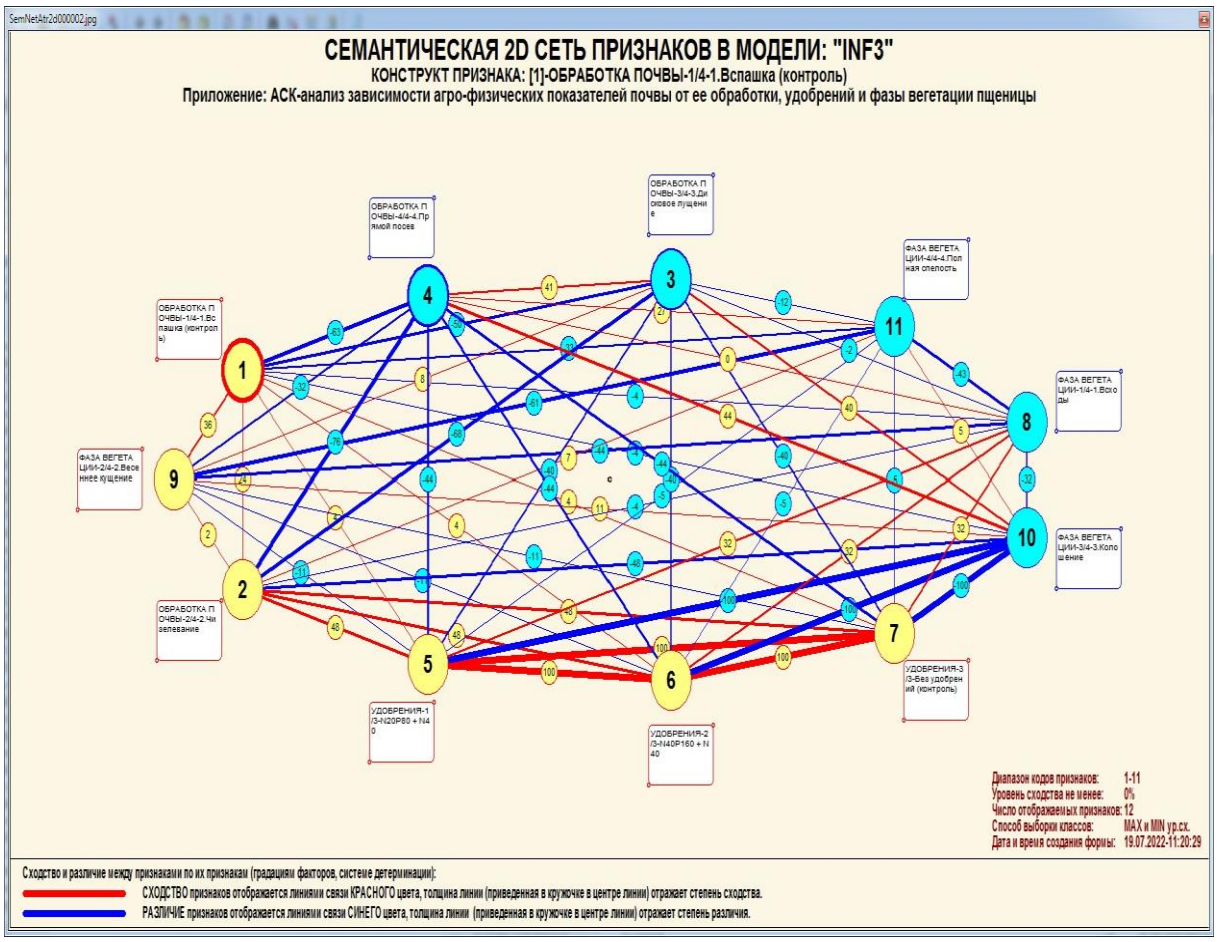


Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF1 (режим 4.3.2.2)

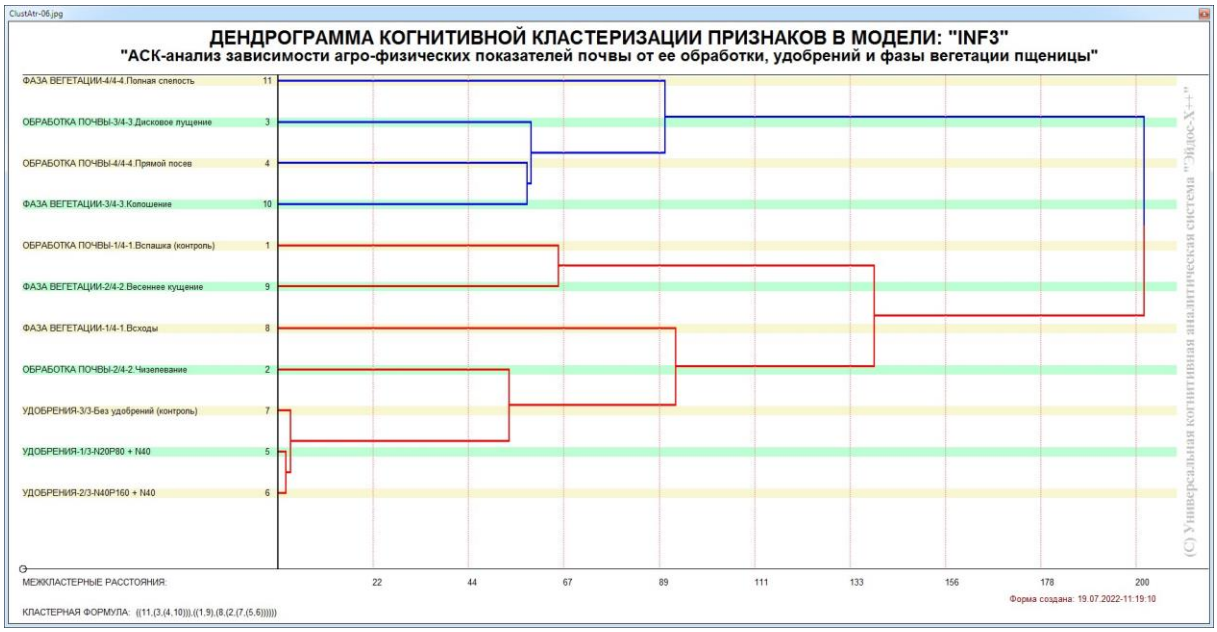


Рисунок 29. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации признаков (режим 4.3.2.3)

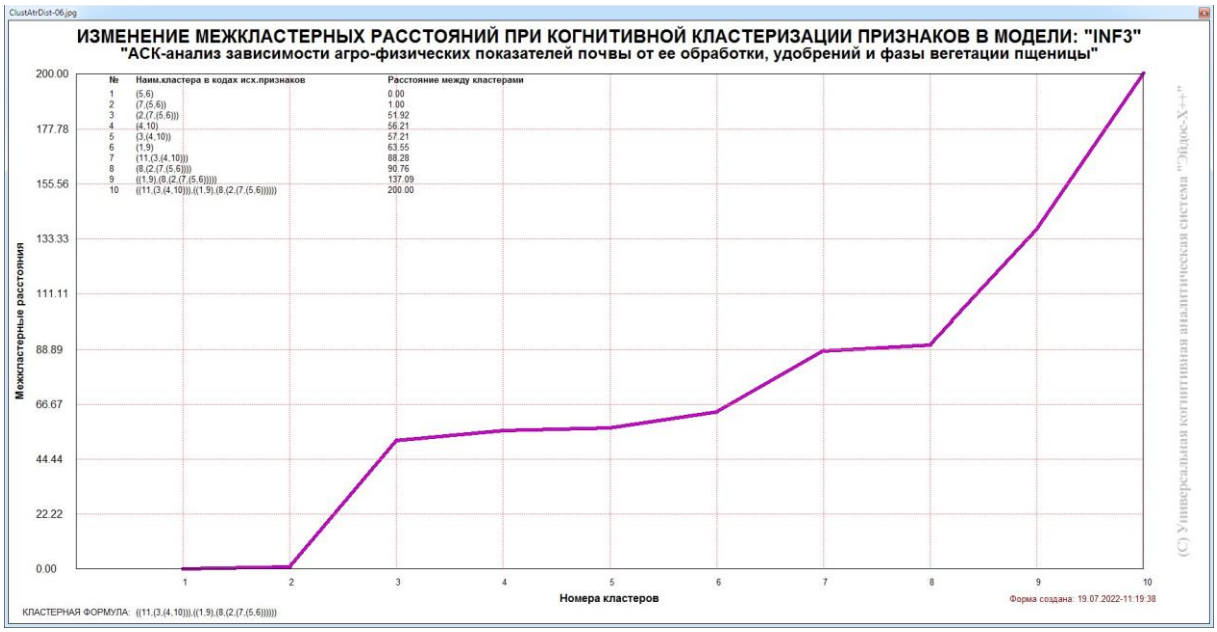
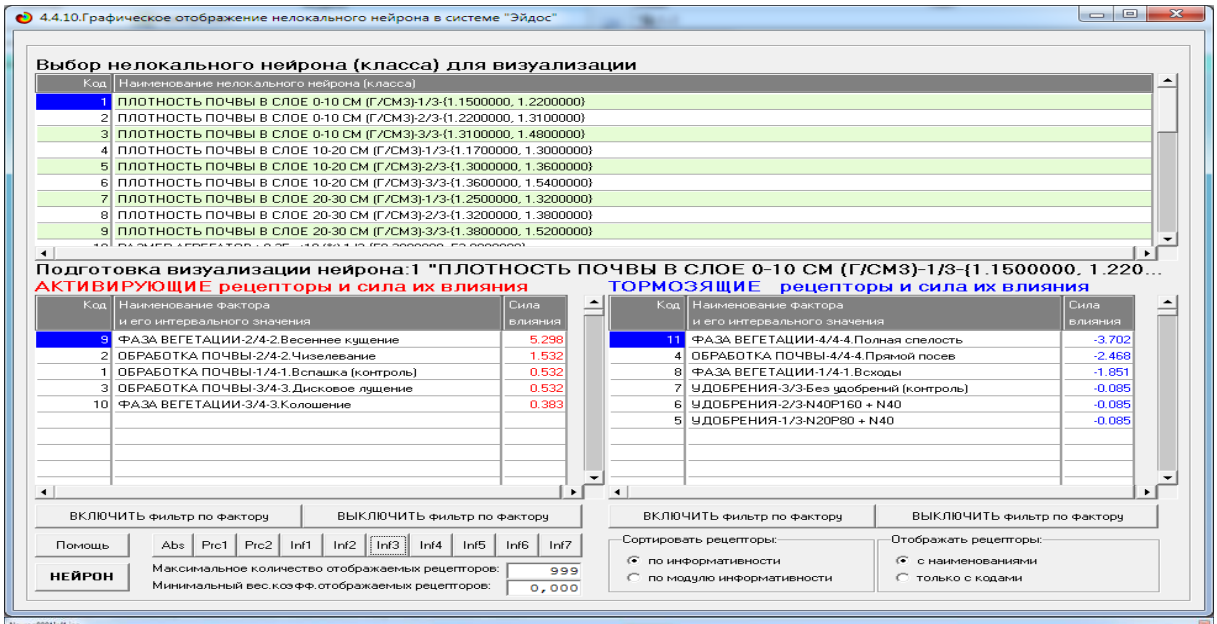
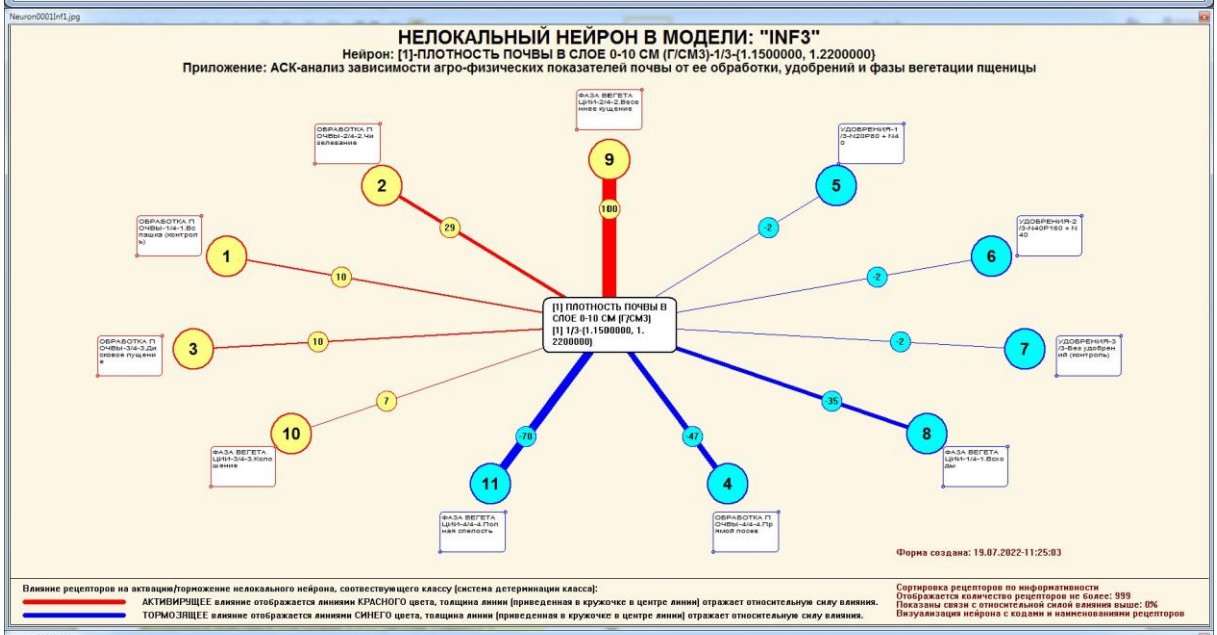


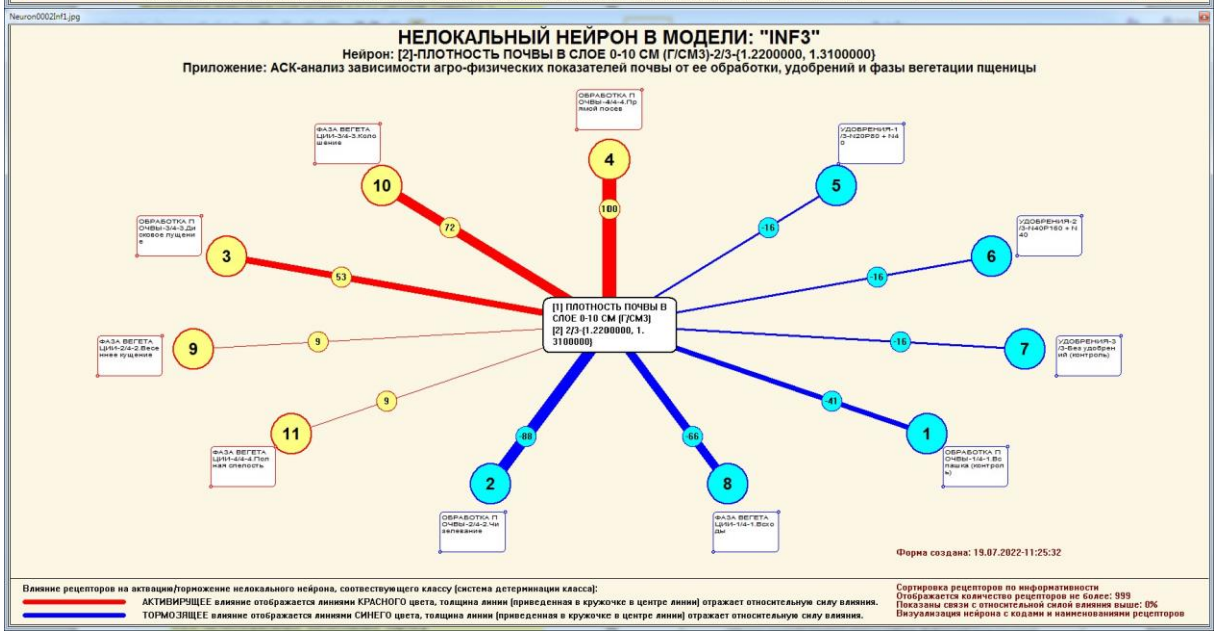
Рисунок 30. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3)

3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны

В форме управления визуализацией есть возможность задавать нейроны и фильтры по факторам, которые надо визуализировать (рисунок 33).


4.4.10.Графическое отображение нелокального нейрона в системе "Эйдос"
Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации
Код | Наименование нелокального нейрона (класса)
1 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1500000, 1.2200000}
2 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.2200000, 1.3100000}
3 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3100000, 1.4800000}
4 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1700000, 1.3000000}
5 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3000000, 1.3600000}
6 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3600000, 1.5400000}
7 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.2500000, 1.3200000}
8 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3200000, 1.3800000}
9 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3800000, 1.5200000}
Подготовка визуализации нейрона:1 "ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1500000, 1.220...
АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния
Код | Наименование фактора и его интервального значения | Сила влияния
9 ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение 5.298
2 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание 1.532
1 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль) 0.532
3 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение 0.532
10 ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение 0.383
ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния
Код | Наименование фактора и его интервального значения | Сила влияния
11 ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость -3.702
4 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев -2.468
8 ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы -1.851
7 УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль) -0.085
6 УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40 -0.085
5 УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40 -0.085
ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору
ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору
ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору
ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору
Помощь
Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7
НЕЙРОН
Максимальное количество отображаемых рецепторов: 999
Минимальный вес.коэфф.отображаемых рецепторов: 0,000
Сортировать рецепторы:
по информативности
по модулю информативности
Отображать рецепторы:
с наименованиями
только с кодами


НЕЛОКАЛЬНЫЙ НЕЙРОН В МОДЕЛИ: "INF3"
Нейрон: [1]-ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1500000, 1.2200000}
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
[1] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3) [1] 1/3-{1.1500000, 1.2200000}
Форма создана: 19.07.2022-11:25:03
Влияние рецепторов на активацию/торможение нелокального нейрона, соотвествующего классу [система детерминации класса]:
АКТИВИРУЩЕЕ влияние отображается линиями КРАСНОГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает относительную силу влияния.
ТОРМОЗЯЩЕЕ влияние отображается линиями СИНЕГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает относительную силу влияния.
Сортировка рецепторов по информативности
Отображается количество рецепторов не более: 999
Показаны связи с относительной силой влияния выше: 0%
Визуализация нейрона с кодами и наименованиями рецепторов


НЕЛОКАЛЬНЫЙ НЕЙРОН В МОДЕЛИ: "INF3"
Нейрон: [2]-ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.2200000, 1.3100000}
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
[1] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3) [2] 2/3-{1.2200000, 1.3100000}
Форма создана: 19.07.2022-11:25:32
Влияние рецепторов на активацию/торможение нелокального нейрона, соотвествующего классу [система детерминации класса]:
АКТИВИРУЩЕЕ влияние отображается линиями КРАСНОГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает относительную силу влияния.
ТОРМОЗЯЩЕЕ влияние отображается линиями СИНЕГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает относительную силу влияния.
Сортировка рецепторов по информативности
Отображается количество рецепторов не более: 999
Показаны связи с относительной силой влияния выше: 0%
Визуализация нейрона с кодами и наименованиями рецепторов

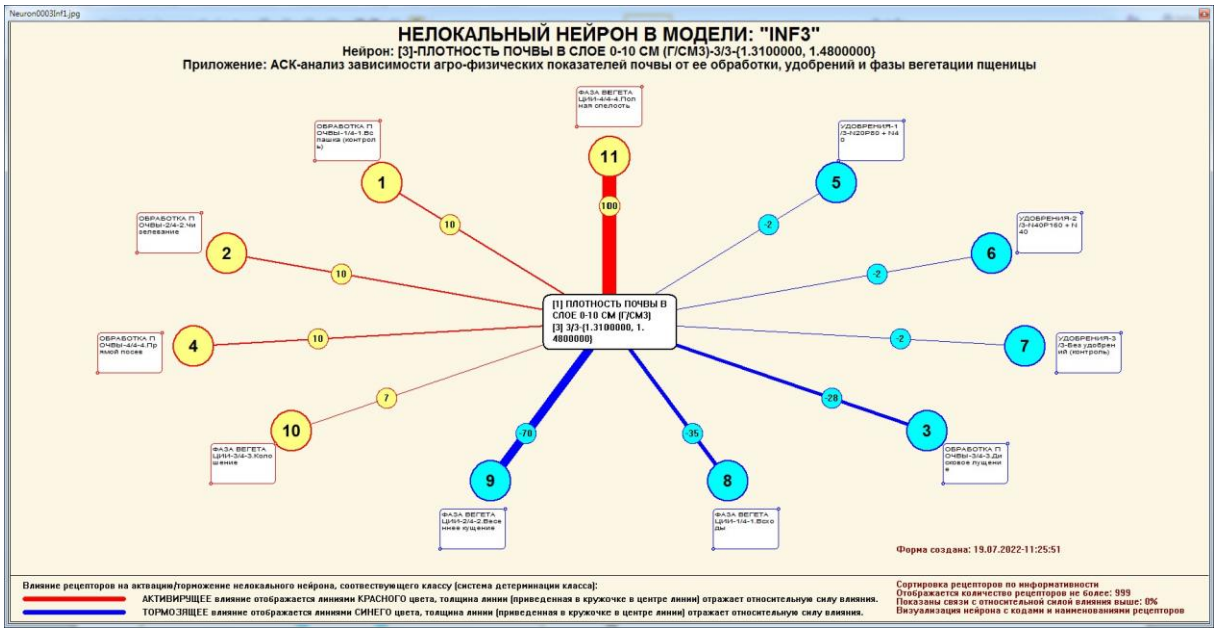
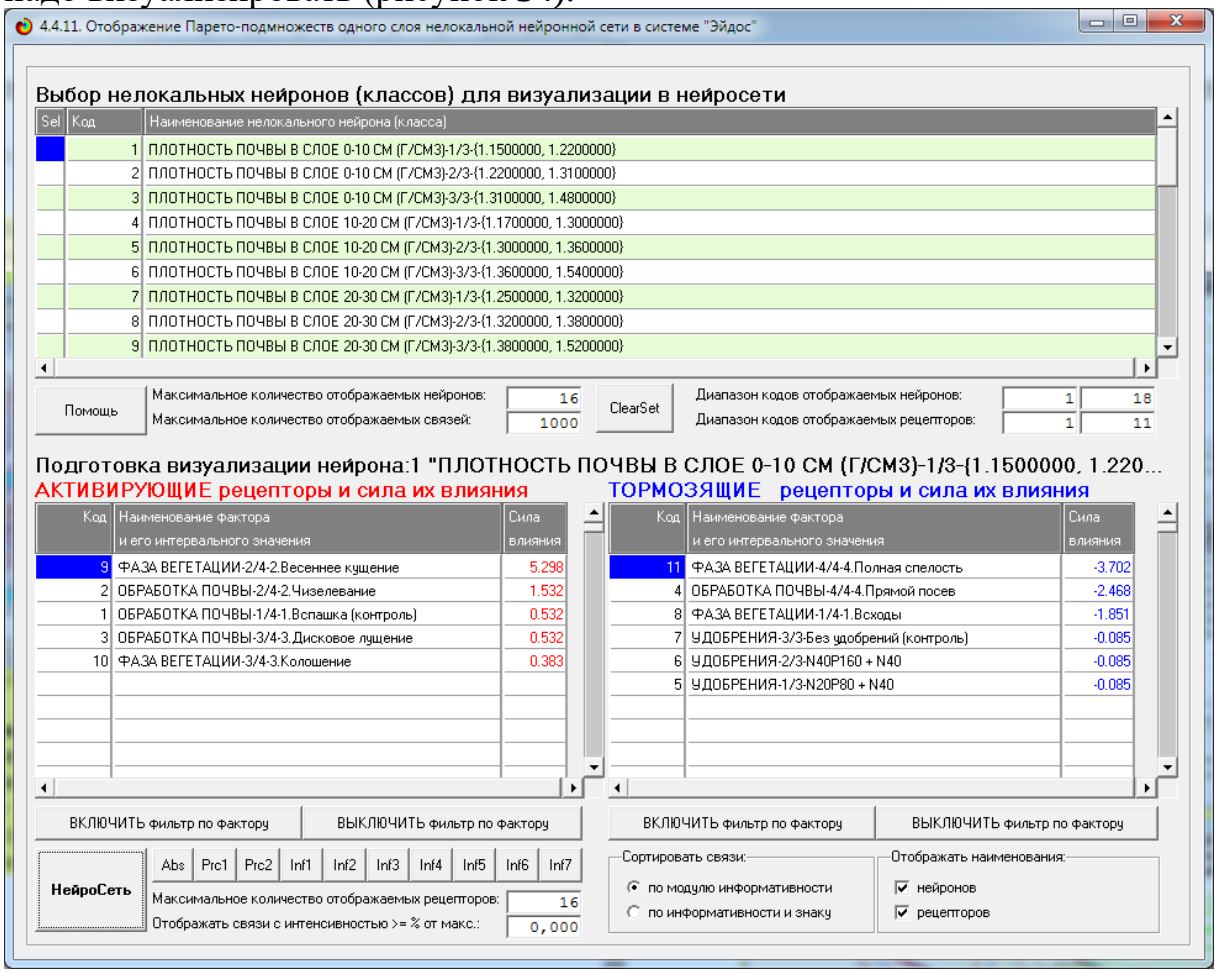


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

В форме управления визуализацией есть возможность задавать отображение одного слоя нейронной сети и фильтры по факторам, которые надо визуализировать (рисунок 34).



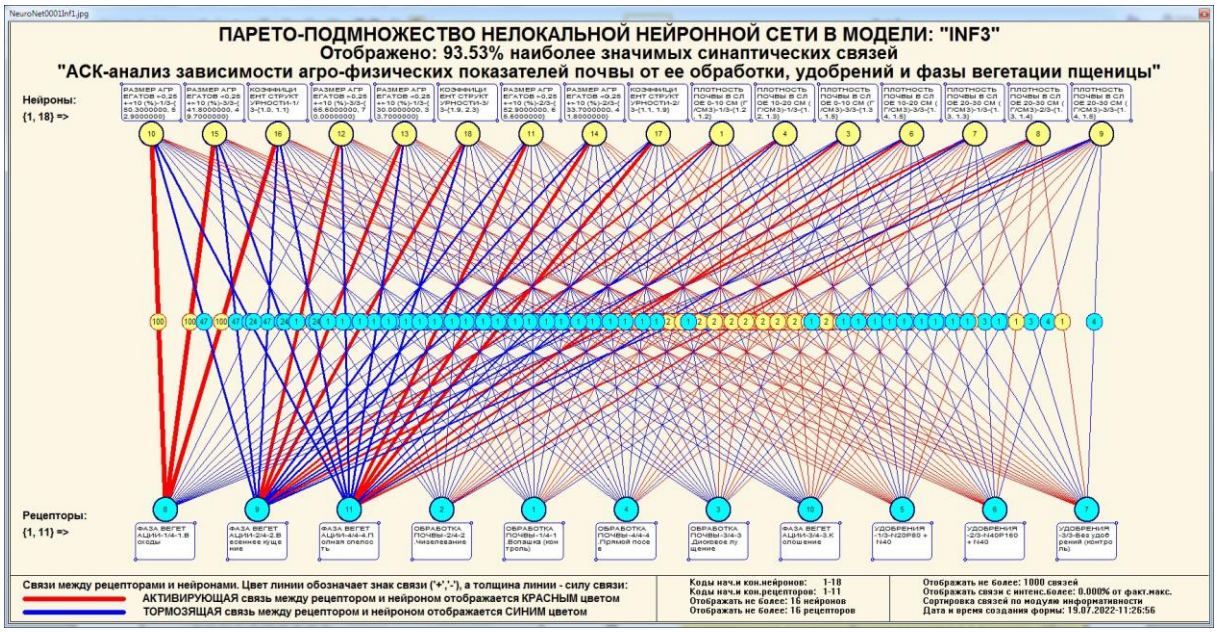


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF3

3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивной диаграммы классов (рисунок 26) вверху и когнитивной диаграммы значений факторов (рисунок 30) внизу и соединяющего их одного слоя нейронной сети (рисунок 34) (режим 4.4.12 системы «Эйдос») (рисунок 35):

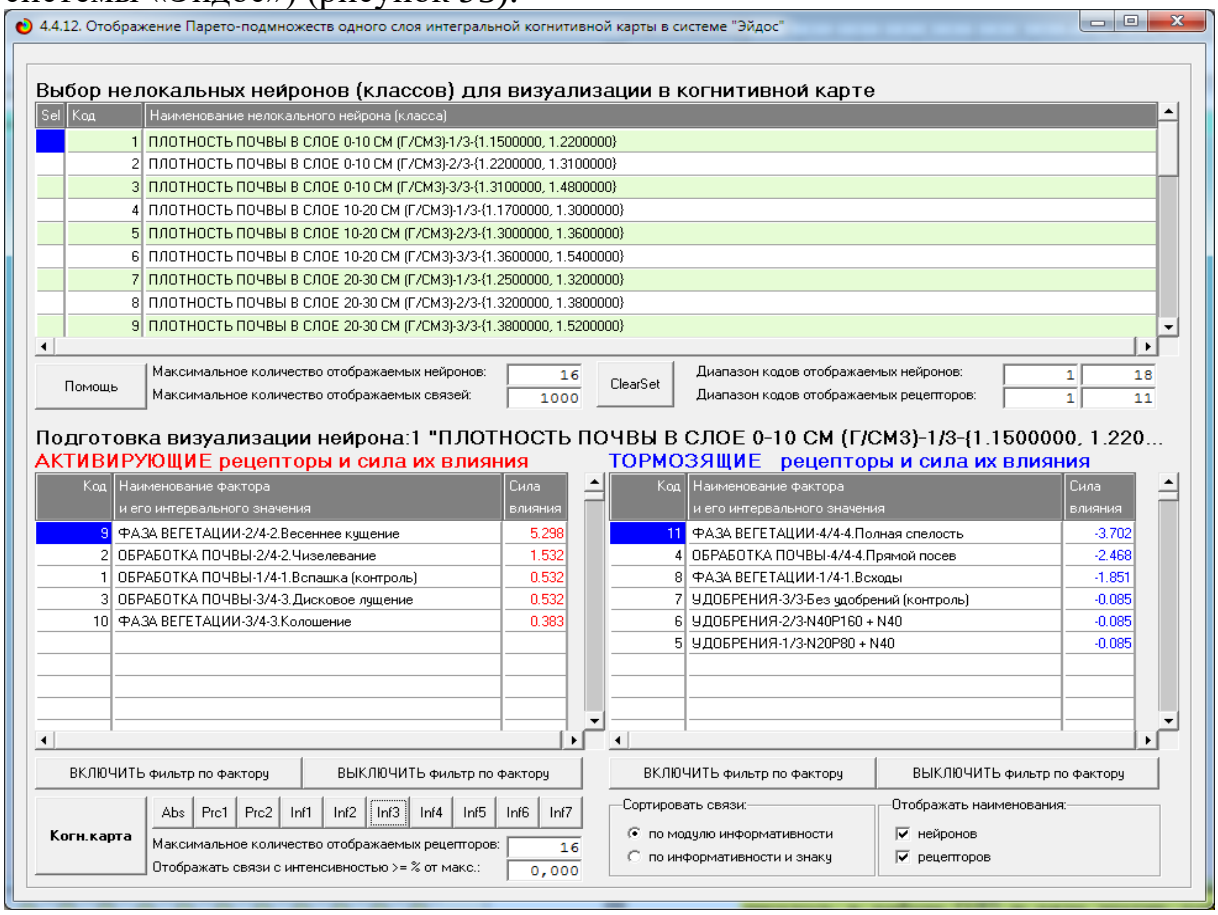


Рисунок 33. 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12)

3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

В 2d-когнитивных диаграммах сравнения классов по системе их детерминации видно, насколько сходны или насколько отличаются друг от друга классы по значениям обуславливающих их факторов.

Однако мы не видим из этой диаграммы, чем именно конкретно сходны и чем именно отличаются эти классы по значениям обуславливающих их факторов.

Это мы можем увидеть из когнитивной диаграммы содержательного сравнения классов, которая отображается в режиме 4.2.3 системы «Эйдос».

2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов являются примерами опосредованных нечетких правдоподобных логических заключений, о которых может быть одним из первых писал Дьердь Пойа [23]. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе [2] на странице 521[15]. Позже об этом писалось в работе [3][16] и ряде других работ автора, поэтому здесь подробнее рассматривать этот вопрос нецелесообразно.

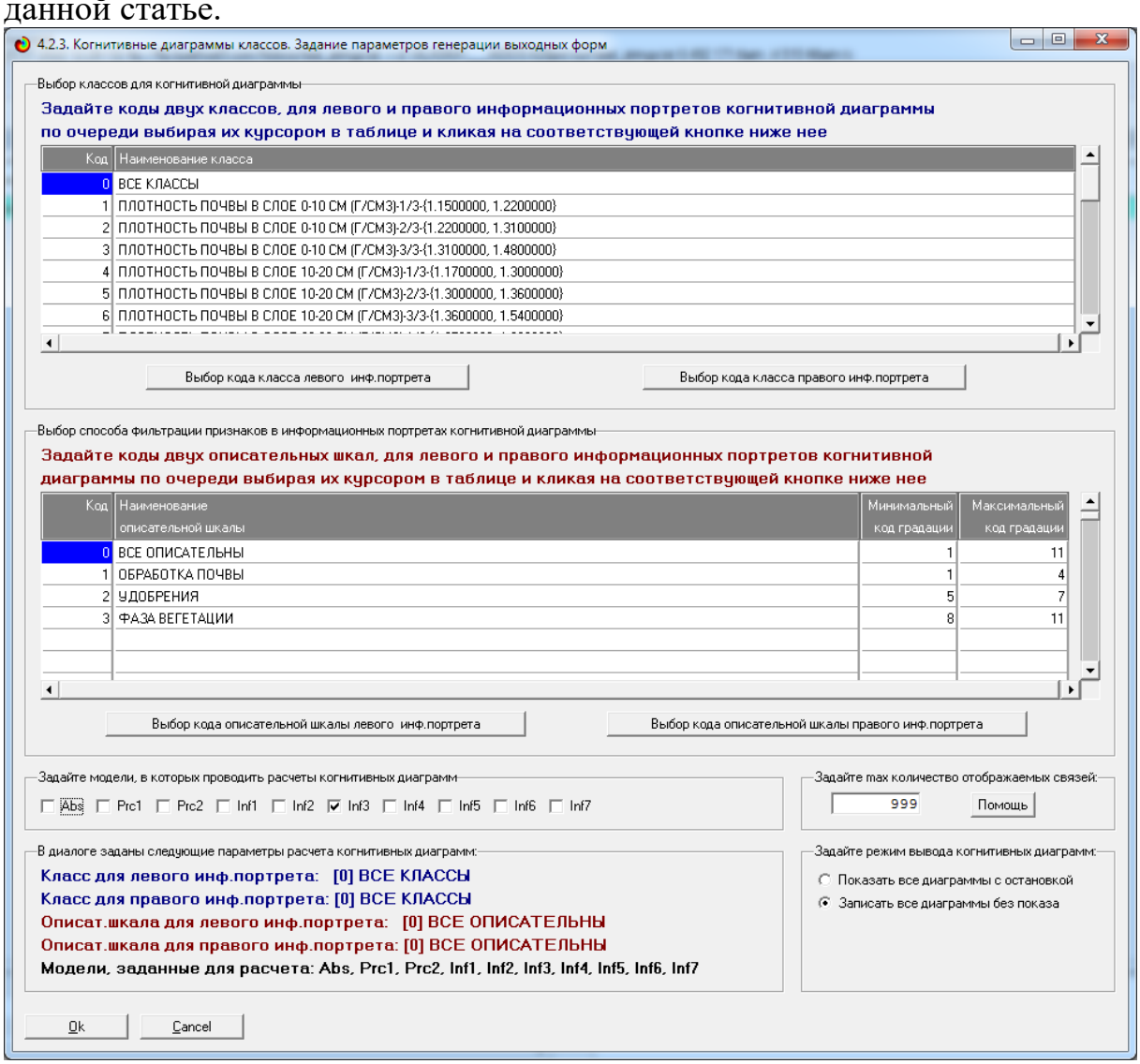
<u>Пример опосредованных правдоподобных рассуждений.</u>

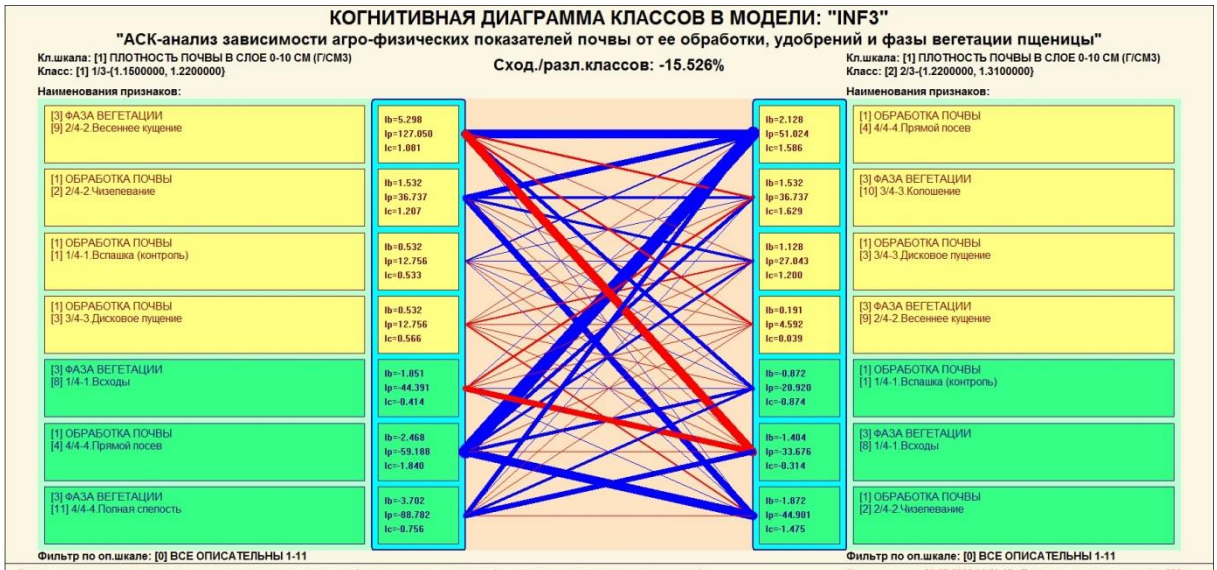
Допустим нам известно, что один человек имеет голубые глаза, а другой черные волосы. Спрашивается, эти признаки вносят вклад в сходство или в различие этих двух людей? В АСК-анализе и системе

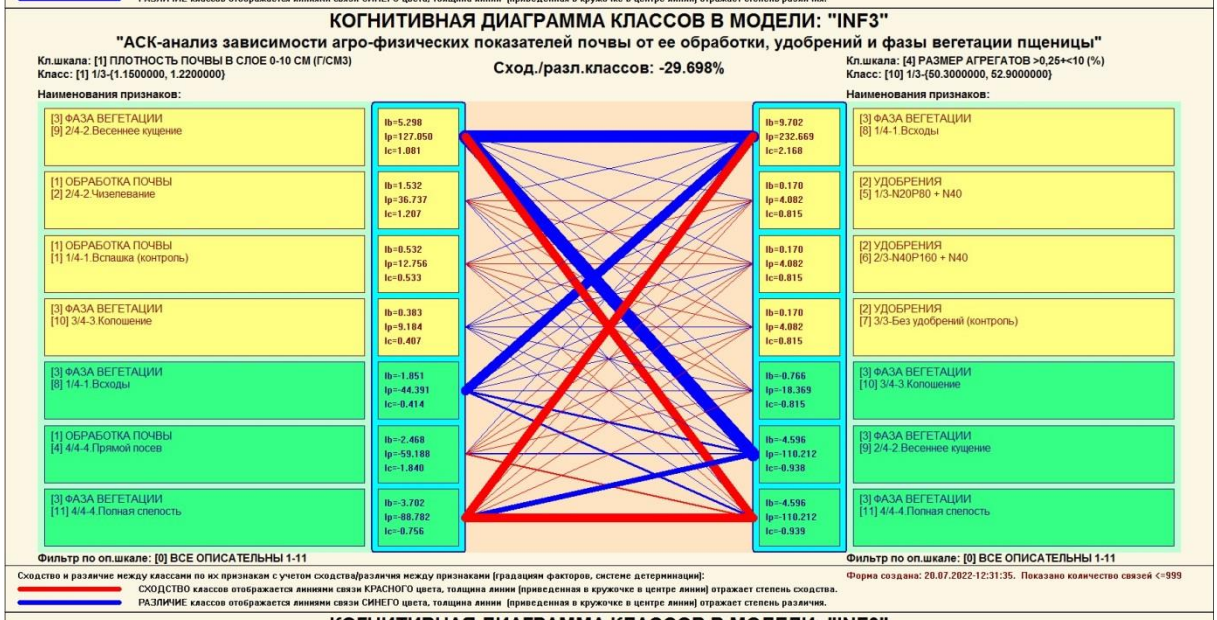
[15] https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18632909_64818704.pdf, Таблица 7. 17, стр. 521
[16] http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf, стр.44.

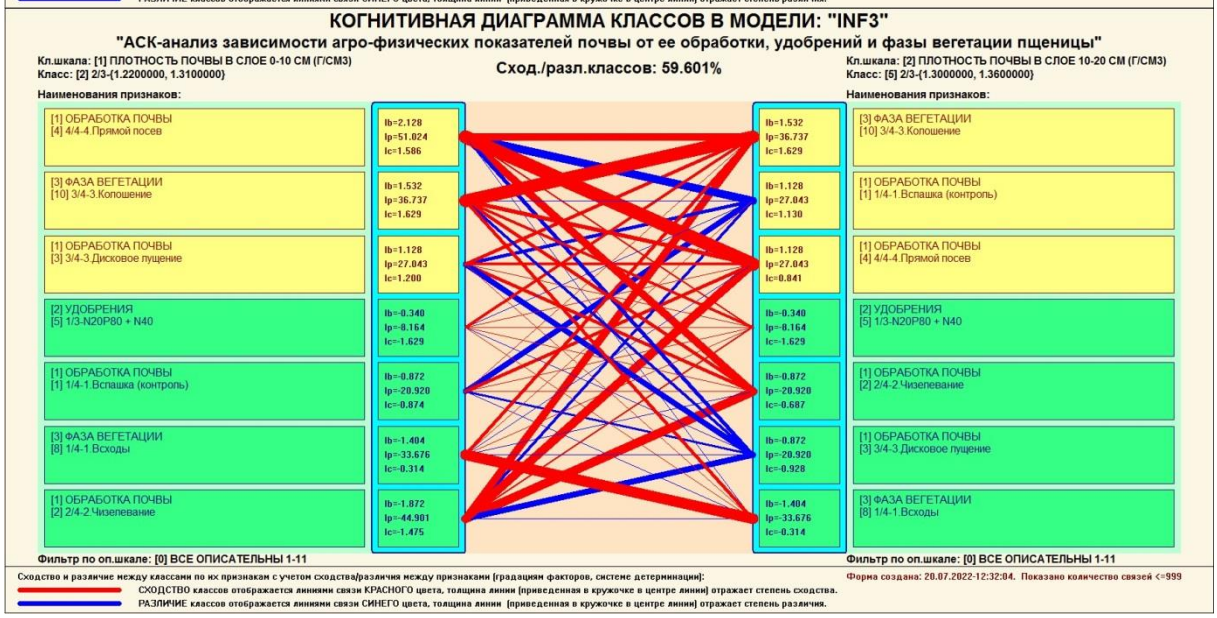
«Эйдос» этот вопрос решается так. В модели на основе кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов (признаков) известно, насколько те или иные признаки сходны или отличаются по их влиянию на объект моделирования. Поэтому понятно, что человек с голубыми глазами вероятнее всего блондин, а брюнет, скорее всего, имеет темные глаза. Так что понятно, что эти признаки вносят вклад в различие этих двух людей.

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации приведены ниже на рисунках 36. Всего системой в данной модели генерируется 324 подобных диаграмм, поэтому, естественно, все они не приводятся. Но пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №**335** и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.




КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
"АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы"
Кл.шкала: [1] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)
Класс: [1] 1/3-{1.1500000, 1.2200000}
Сход./разл.классов: -15.526%
Кл.шкала: [1] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)
Класс: [2] 2/3-{1.2200000, 1.3100000}
Наименования признаков:
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [9] 2/4-2.Весеннее кущение
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [2] 2/4-2.Чизелевание
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [1] 1/4-1.Вспашка (контроль)
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [3] 3/4-3.Дисковое лущение
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [8] 1/4-1.Всходы
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [4] 4/4-4.Прямой посев
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [11] 4/4-4.Полная спелость
Ib=5.298 Ip=127.050 Ic=1.081
Ib=1.532 Ip=36.737 Ic=1.207
Ib=0.532 Ip=12.756 Ic=0.533
Ib=0.532 Ip=12.756 Ic=0.566
Ib=-1.851 Ip=-44.391 Ic=-0.414
Ib=-2.468 Ip=-59.188 Ic=-1.840
Ib=-3.702 Ip=-88.782 Ic=-0.756
Ib=2.128 Ip=51.024 Ic=1.586
Ib=1.532 Ip=36.737 Ic=1.629
Ib=1.128 Ip=27.043 Ic=1.200
Ib=0.191 Ip=4.592 Ic=0.039
Ib=-0.872 Ip=-20.920 Ic=-0.874
Ib=-1.404 Ip=-33.676 Ic=-0.314
Ib=-1.872 Ip=-44.901 Ic=-1.475
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [4] 4/4-4.Прямой посев
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [10] 3/4-3.Колошение
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [3] 3/4-3.Дисковое лущение
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [9] 2/4-2.Весеннее кущение
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [1] 1/4-1.Вспашка (контроль)
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [8] 1/4-1.Всходы
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [2] 2/4-2.Чизелевание
Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫ 1-11
Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫ 1-11
Сходство и различие между классами по их признакам с учетом сходства/различия между признаками (градациям факторов, системе детерминации):
СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.
РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.
Форма создана: 20.07.2022-12:31:19. Показано количество связей <=999


КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
"АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы"
Кл.шкала: [1] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)
Класс: [1] 1/3-{1.1500000, 1.2200000}
Сход./разл.классов: -29.698%
Кл.шкала: [4] РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)
Класс: [10] 1/3-{50.3000000, 52.9000000}
Наименования признаков:
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [9] 2/4-2.Весеннее кущение
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [2] 2/4-2.Чизелевание
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [1] 1/4-1.Вспашка (контроль)
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [10] 3/4-3.Колошение
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [8] 1/4-1.Всходы
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [4] 4/4-4.Прямой посев
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [11] 4/4-4.Полная спелость
Ib=5.298 Ip=127.050 Ic=1.081
Ib=1.532 Ip=36.737 Ic=1.207
Ib=0.532 Ip=12.756 Ic=0.533
Ib=0.383 Ip=9.184 Ic=0.407
Ib=-1.851 Ip=-44.391 Ic=-0.414
Ib=-2.468 Ip=-59.188 Ic=-1.840
Ib=-3.702 Ip=-88.782 Ic=-0.756
Ib=9.702 Ip=232.669 Ic=2.168
Ib=0.170 Ip=4.082 Ic=0.815
Ib=0.170 Ip=4.082 Ic=0.815
Ib=0.170 Ip=4.082 Ic=0.815
Ib=-0.766 Ip=-18.369 Ic=-0.815
Ib=-4.596 Ip=-110.212 Ic=-0.938
Ib=-4.596 Ip=-110.212 Ic=-0.939
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [8] 1/4-1.Всходы
[2] УДОБРЕНИЯ [5] 1/3-N20P80 + N40
[2] УДОБРЕНИЯ [6] 2/3-N40P160 + N40
[2] УДОБРЕНИЯ [7] 3/3-Без удобрений (контроль)
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [10] 3/4-3.Колошение
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [9] 2/4-2.Весеннее кущение
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [11] 4/4-4.Полная спелость
Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫ 1-11
Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫ 1-11
Сходство и различие между классами по их признакам с учетом сходства/различия между признаками (градациям факторов, системе детерминации):
СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.
РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.
Форма создана: 20.07.2022-12:31:35. Показано количество связей <=999


КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
"АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы"
Кл.шкала: [1] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)
Класс: [2] 2/3-{1.2200000, 1.3100000}
Сход./разл.классов: 59.601%
Кл.шкала: [2] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)
Класс: [5] 2/3-{1.3000000, 1.3600000}
Наименования признаков:
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [4] 4/4-4.Прямой посев
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [10] 3/4-3.Колошение
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [3] 3/4-3.Дисковое лущение
[2] УДОБРЕНИЯ [5] 1/3-N20P80 + N40
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [1] 1/4-1.Вспашка (контроль)
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [8] 1/4-1.Всходы
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [2] 2/4-2.Чизелевание
Ib=2.128 Ip=51.024 Ic=1.586
Ib=1.532 Ip=36.737 Ic=1.629
Ib=1.128 Ip=27.043 Ic=1.200
Ib=-0.340 Ip=-8.164 Ic=-1.629
Ib=-0.872 Ip=-20.920 Ic=-0.874
Ib=-1.404 Ip=-33.676 Ic=-0.314
Ib=-1.872 Ip=-44.901 Ic=-1.475
Ib=1.532 Ip=36.737 Ic=1.629
Ib=1.128 Ip=27.043 Ic=1.130
Ib=1.128 Ip=27.043 Ic=0.841
Ib=-0.340 Ip=-8.164 Ic=-1.629
Ib=-0.872 Ip=-20.920 Ic=-0.687
Ib=-0.872 Ip=-20.920 Ic=-0.928
Ib=-1.404 Ip=-33.676 Ic=-0.314
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [10] 3/4-3.Колошение
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [1] 1/4-1.Вспашка (контроль)
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [4] 4/4-4.Прямой посев
[2] УДОБРЕНИЯ [5] 1/3-N20P80 + N40
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [2] 2/4-2.Чизелевание
[1] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ [3] 3/4-3.Дисковое лущение
[3] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ [8] 1/4-1.Всходы
Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫ 1-11
Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫ 1-11
Сходство и различие между классами по их признакам с учетом сходства/различия между признаками (градациям факторов, системе детерминации):
СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.
РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.
Форма создана: 20.07.2022-12:32:04. Показано количество связей <=999

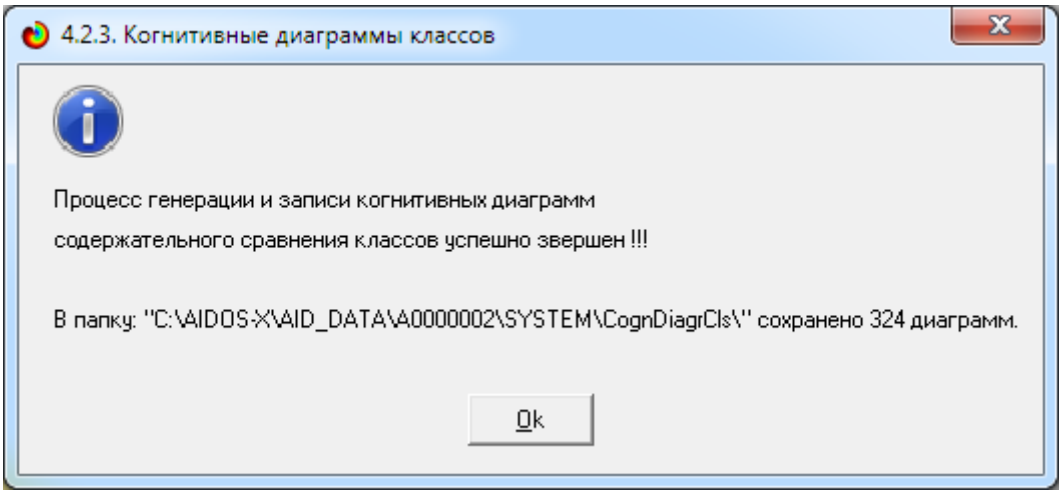


Рисунок 34. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF3

3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

Из 2d-когнитивных диаграммах сравнения значений факторов по их влиянию на объект моделирования, т.е. на его переходы в состояния, соответствующие классам вполне понятно, насколько сходны или отличаются любые два значения факторов по их смыслу.

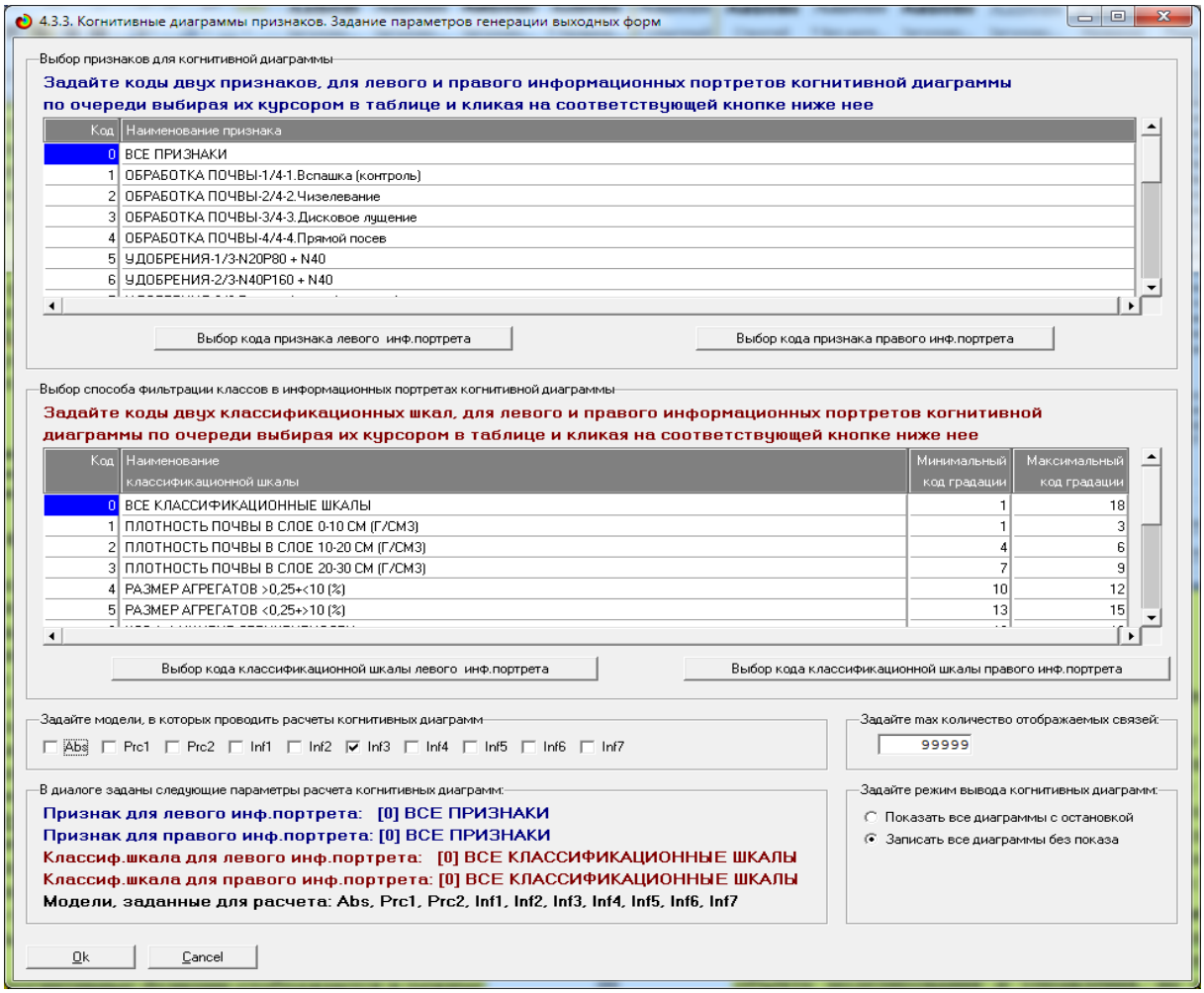
Напомним, что смысл, согласно концепции смысла Шенка-Абельсона, используемой в АСК-анализе, состоит в знании причин и последствий [24].

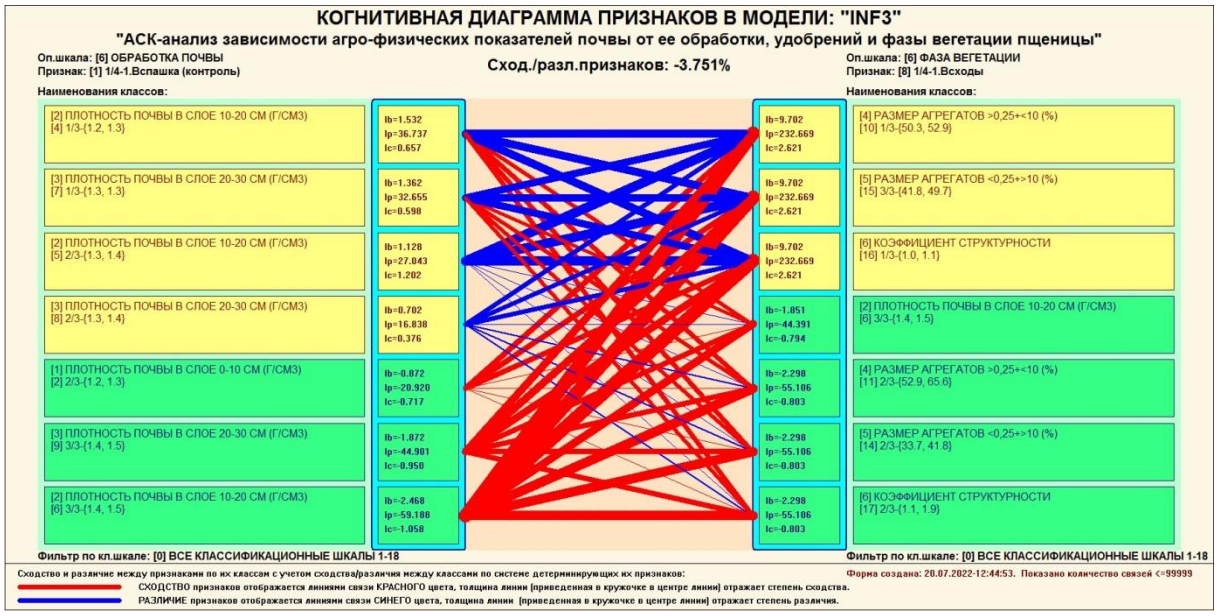
Однако из этой диаграммы не видно, чем именно конкретно сходны или отличаются значения факторов по их смыслу.

Это видно из когнитивных диаграмм, которые можно получить в режиме 4.3.3 системы «Эйдос».

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, приведены ниже на рисунках 37.

Всего системой в данной модели генерируется 121 подобных диаграмм, поэтому, естественно, все они не приводятся. Но пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №**335** и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.


4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков. Задание параметров генерации выходных форм
Выбор признаков для когнитивной диаграммы
Задайте коды двух признаков, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее
Код | Наименование признака
0 ВСЕ ПРИЗНАКИ
1 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)
2 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание
3 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение
4 ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев
5 УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40
6 УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40
Выбор кода признака левого инф.портрета
Выбор кода признака правого инф.портрета
Выбор способа фильтрации классов в информационных портретах когнитивной диаграммы
Задайте коды двух классификационных шкал, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее
Код | Наименование классификационной шкалы | Минимальный код градации | Максимальный код градации
0 ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ 1 18
1 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3) 1 3
2 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3) 4 6
3 ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3) 7 9
4 РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) 10 12
5 РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%) 13 15
Выбор кода классификационной шкалы левого инф.портрета
Выбор кода классификационной шкалы правого инф.портрета
Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм
Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7
Задайте max количество отображаемых связей:
99999
В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:
Признак для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
Признак для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
Классиф.шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
Классиф.шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
Модели, заданные для расчета: Abs, Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7
Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:
Показать все диаграммы с остановкой
Записать все диаграммы без показа
Ok
Cancel


КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
"АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пщеницы"
Оп.шкала: [6] ОБРАБОТКА ПОЧВЫ
Признак: [1] 1/4-1.Вспашка (контроль)
Сход./разл.признаков: -3.751%
Оп.шкала: [6] ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ
Признак: [8] 1/4-1.Всходы
Наименования классов:
[2] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3) [4] 1/3-{1.2, 1.3}
[3] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3) [7] 1/3-{1.3, 1.3}
[2] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3) [5] 2/3-{1.3, 1.4}
[3] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3) [8] 2/3-{1.3, 1.4}
[1] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3) [2] 2/3-{1.2, 1.3}
[3] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3) [9] 3/3-{1.4, 1.5}
[2] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3) [6] 3/3-{1.4, 1.5}
Ib=1.532 Ip=36.737 Ic=0.657
Ib=1.362 Ip=32.655 Ic=0.598
Ib=1.128 Ip=27.043 Ic=1.202
Ib=0.702 Ip=16.838 Ic=0.376
Ib=-0.872 Ip=-20.920 Ic=-0.717
Ib=-1.872 Ip=-44.901 Ic=-0.950
Ib=-2.468 Ip=-59.188 Ic=-1.058
Ib=9.702 Ip=232.669 Ic=2.621
Ib=9.702 Ip=232.669 Ic=2.621
Ib=9.702 Ip=232.669 Ic=2.621
Ib=-1.851 Ip=-44.391 Ic=-0.794
Ib=-2.298 Ip=-55.106 Ic=-0.803
Ib=-2.298 Ip=-55.106 Ic=-0.803
Ib=-2.298 Ip=-55.106 Ic=-0.803
[4] РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) [10] 1/3-{50.3, 52.9}
[5] РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%) [15] 3/3-{41.6, 49.7}
[6] КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ [16] 1/3-{1.0, 1.1}
[2] ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3) [6] 3/3-{1.4, 1.5}
[4] РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%) [11] 2/3-{52.9, 65.6}
[5] РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%) [14] 2/3-{33.7, 41.8}
[6] КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ [17] 2/3-{1.1, 1.9}
Фильтр по кл.шкале: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ 1-18
Фильтр по кл.шкале: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ 1-18
Сходство и различие между признаками по их классам с учетом сходства/различия между классами по системе детерминирующих их признаков:
Форма создана: 20.07.2022-12:44:53. Показано количество связей <=99999
СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает степень сходства.
РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает степень различия.

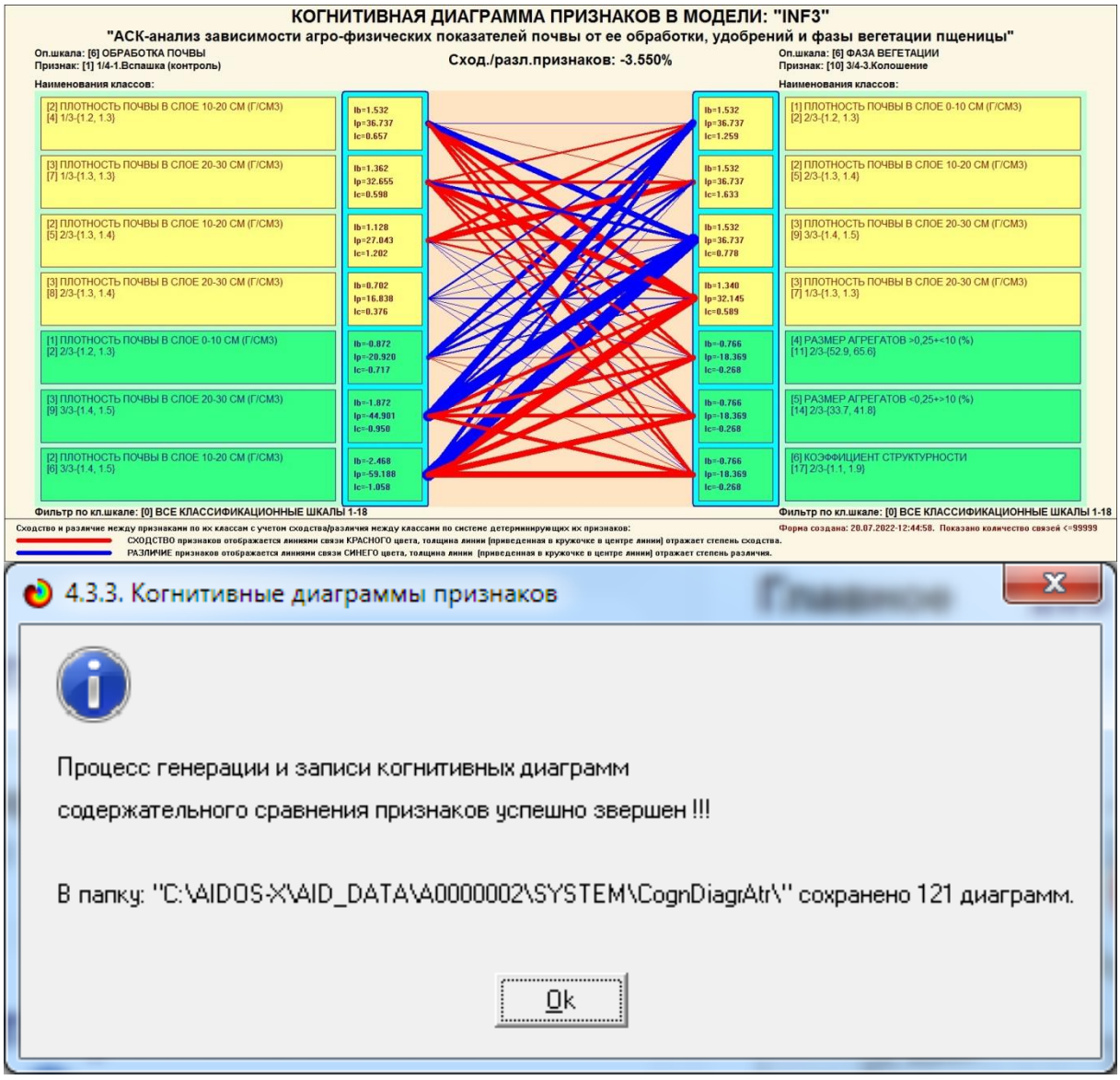


Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели INF3

3.8.9. Когнитивные функции

Когнитивные функции являются обобщением классического математического понятия функции на основе системной теории информации и предложены Е.В.Луценко в 2005 году [25, 26].

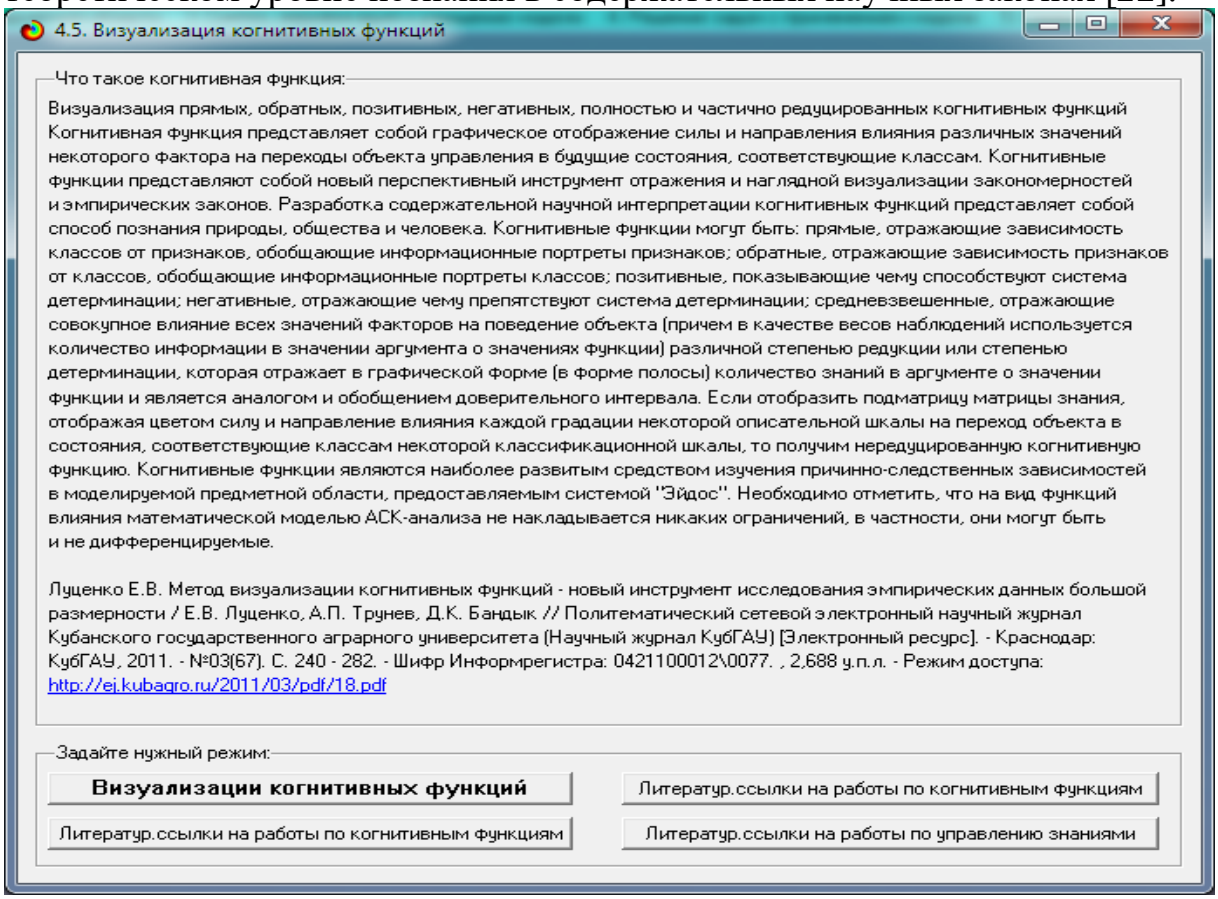
Когнитивные функции отображают, какое количество информации содержится в градациях описательной шкалы о переходе объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационной шкалы. При этом в статистических и системно-когнитивных моделях в каждой градации описательной шкалы содержится информация обо всех градациях классификационной шкалы, т.е. ***каждому значению аргумента соответствуют <u>все</u> значения функции, но***

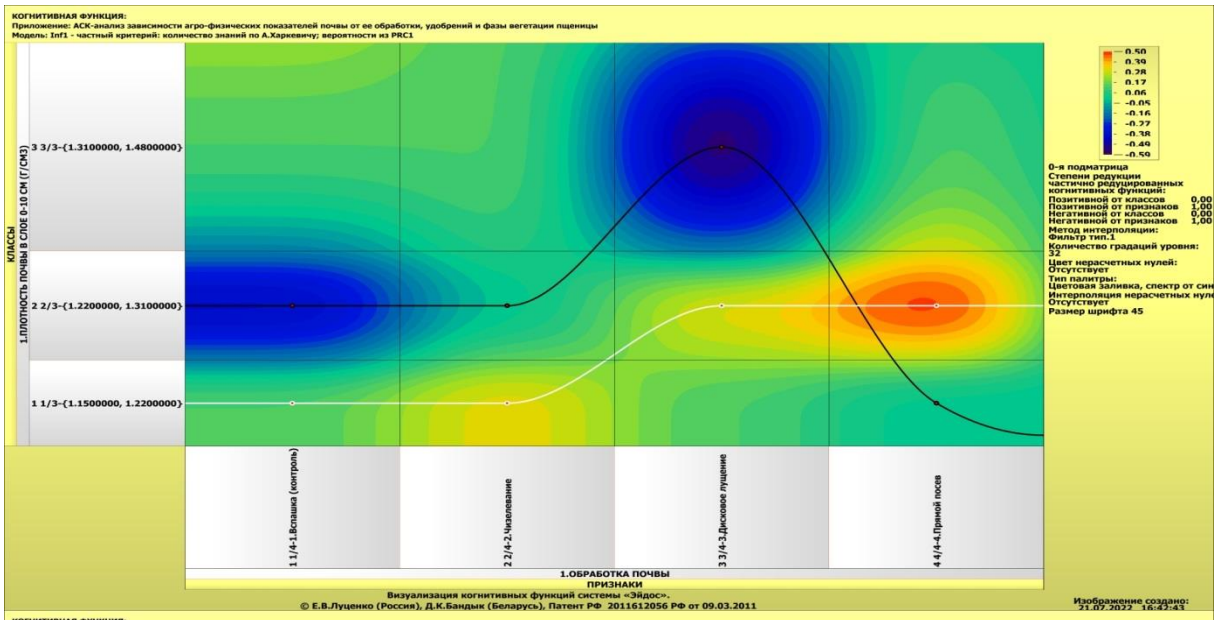
соответствуют <u>в разной степени</u>, причем как положительной, так и отрицательной, которая отображается <u>цветом</u>.

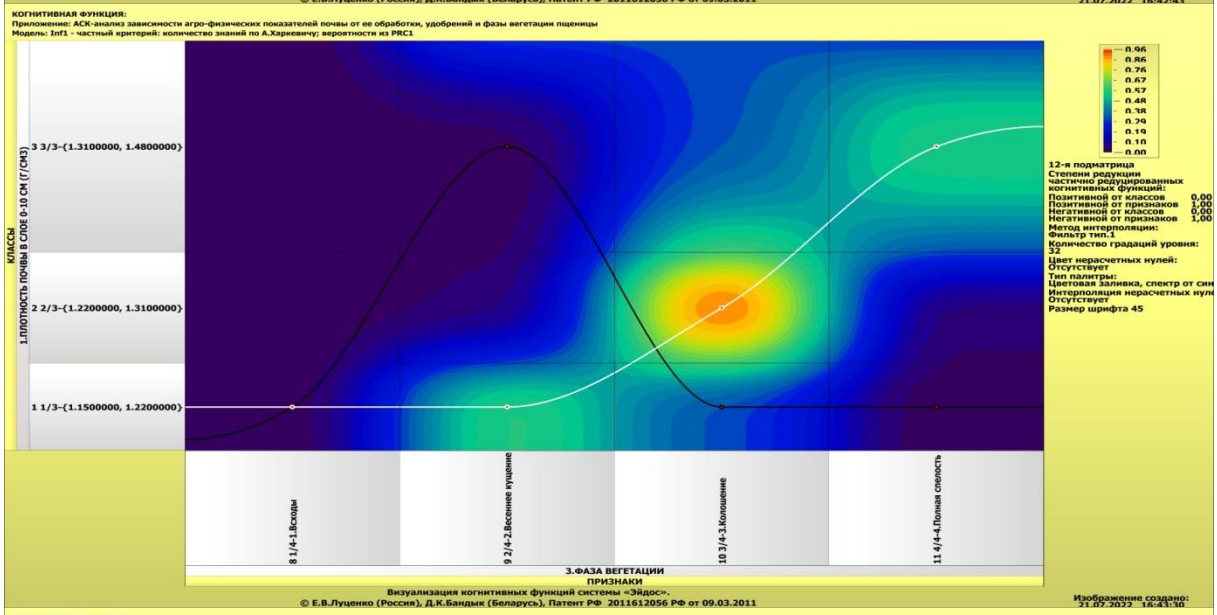
Когнитивные функции являются одним из наиболее мощных и наглядных средств когнитивной графики, имеющихся в системе «Эйдос», позволяющих отобразить силу и направление влияния каждого значения фактора на переход объекта моделирования в каждое из будущих состояний.

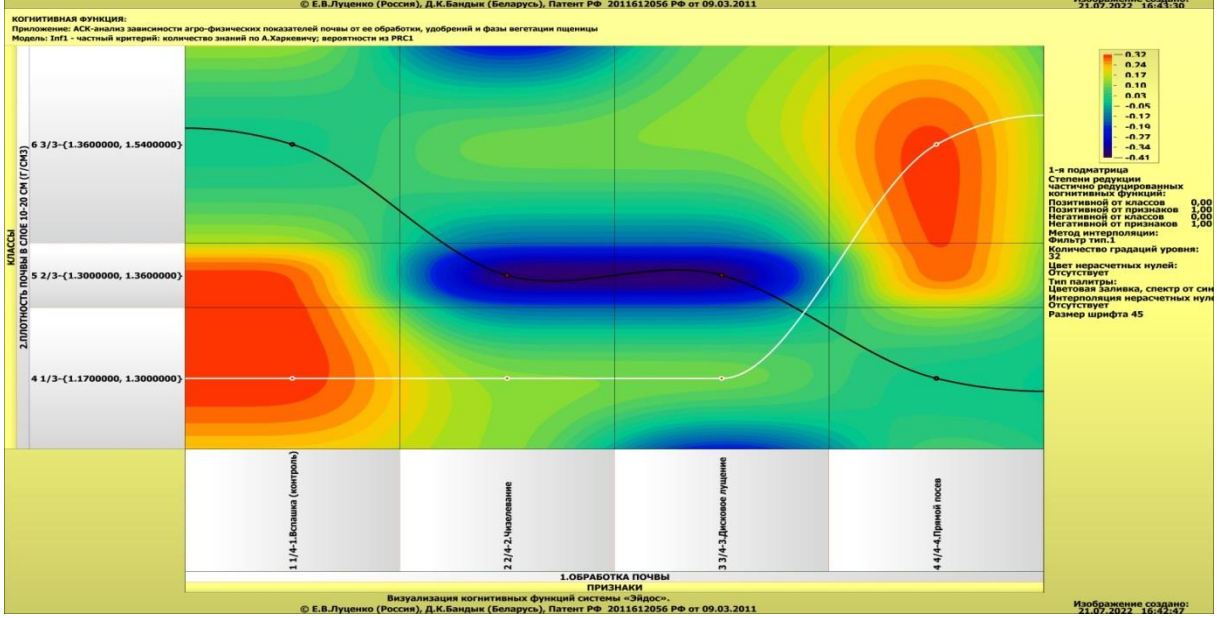
В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 38). Первая экранная форма данного режима представляет собой краткий хелп, поясняющий смысл понятия «Когнитивная функция», а также позволяющий выйти на экранную форму системы «Эйдос» с действующими гиперссылками на работы по когнитивным функциям, а также страницы сайта автора со списком этих работ и работ автора по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания.

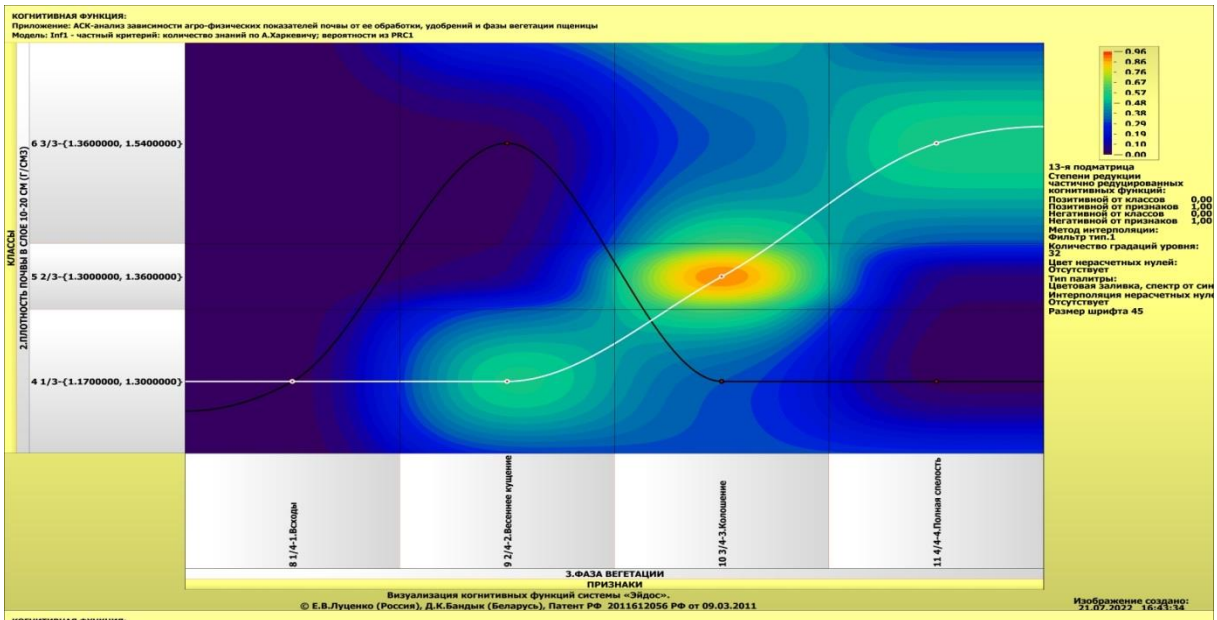
Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это ***феноменологические*** модели, отражающие ***эмпирические*** закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они отражают причинно-следственные связи, но не отражают ***механизма детерминации***, а только сам факт и характер детерминации [21]. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [22].

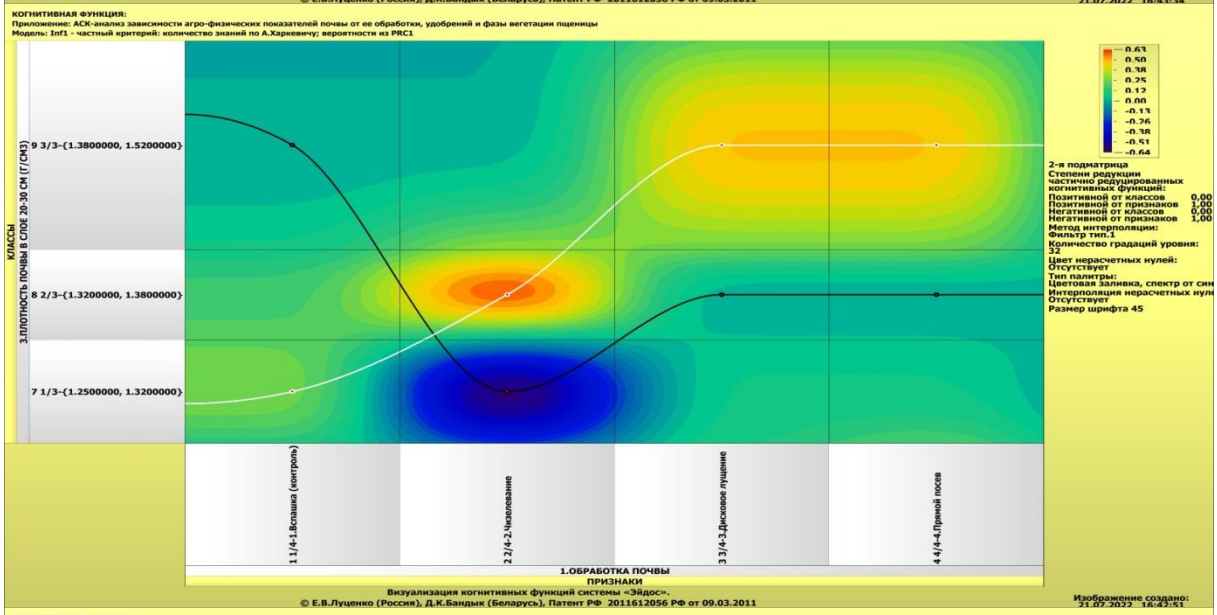


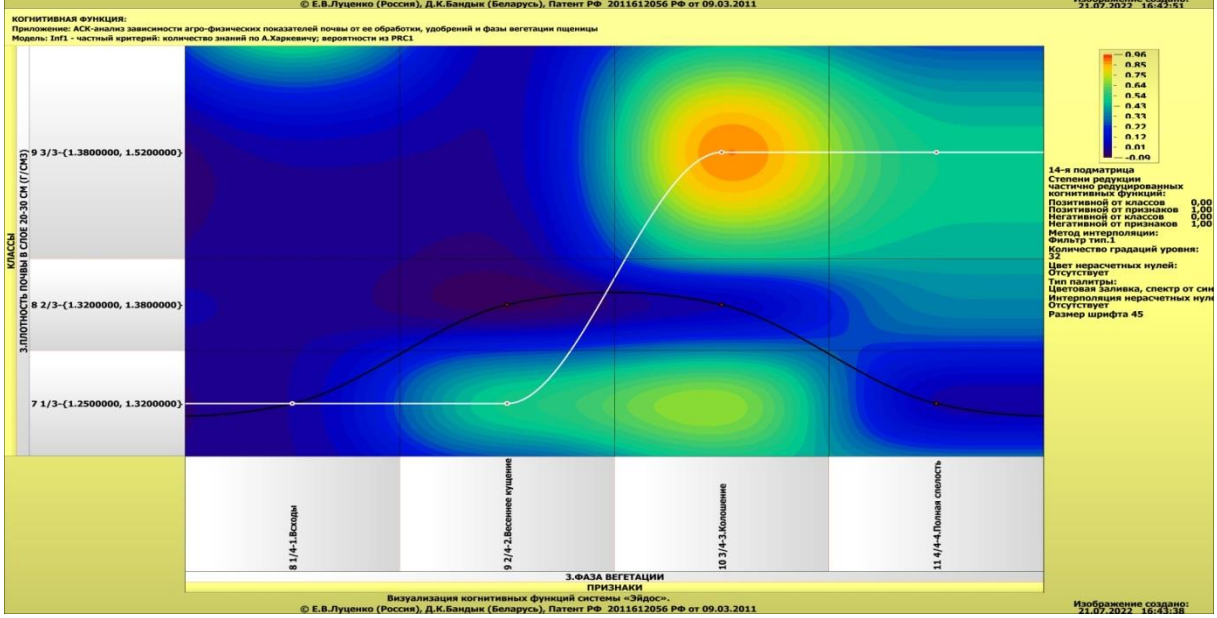

КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
Модель: Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
КЛАССЫ
1.ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)
3 3/3-{1.3100000, 1.4800000}
2 2/3-{1.2200000, 1.3100000}
1 1/3-{1.1500000, 1.2200000}
1 1/4-1.Вспашка (контроль)
2 2/4-2.Чизелевание
3 3/4-3.Дисковое лущение
4 4/4-4.Прямой посев
1.ОБРАБОТКА ПОЧВЫ
ПРИЗНАКИ
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
0-я подматрица
Степени редукции
частично редуцированных
когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Изображение создано:
21.07.2022 16:42:43


КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
Модель: Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
КЛАССЫ
1.ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)
3 3/3-{1.3100000, 1.4800000}
2 2/3-{1.2200000, 1.3100000}
1 1/3-{1.1500000, 1.2200000}
8 1/4-1.Всходы
9 2/4-2.Весеннее кущение
10 3/4-3.Колошение
11 4/4-4.Полная спелость
3.ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ
ПРИЗНАКИ
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
12-я подматрица
Степени редукции
частично редуцированных
когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Изображение создано:
21.07.2022 16:43:30


КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
Модель: Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
КЛАССЫ
2.ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)
6 3/3-{1.3600000, 1.5400000}
5 2/3-{1.3000000, 1.3600000}
4 1/3-{1.1700000, 1.3000000}
1 1/4-1.Вспашка (контроль)
2 2/4-2.Чизелевание
3 3/4-3.Дисковое лущение
4 4/4-4.Прямой посев
1.ОБРАБОТКА ПОЧВЫ
ПРИЗНАКИ
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
1-я подматрица
Степени редукции
частично редуцированных
когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Изображение создано:
21.07.2022 16:42:47


КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
Модель: Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
КЛАССЫ
2.ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)
6 3/3-{1.3600000, 1.5400000}
5 2/3-{1.3000000, 1.3600000}
4 1/3-{1.1700000, 1.3000000}
8 1/4-1.Всходы
9 2/4-2.Весеннее кущение
10 3/4-3.Колошение
11 4/4-4.Полная спелость
3.ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ
ПРИЗНАКИ
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
13-я подматрица
Степени редукции
частично редуцированных
когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Изображение создано:
21.07.2022 16:41:34


КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
Модель: Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
КЛАССЫ
3.ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)
9 3/3-{1.3800000, 1.5200000}
8 2/3-{1.3200000, 1.3800000}
7 1/3-{1.2500000, 1.3200000}
1 1/4-1.Вспашка (контроль)
2 2/4-2.Чизелевание
3 3/4-3.Дисковое лущение
4 4/4-4.Прямой посев
1.ОБРАБОТКА ПОЧВЫ
ПРИЗНАКИ
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
2-я подматрица
Степени редукции
частично редуцированных
когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Изображение создано:
21.07.2022 16:42:51


КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ:
Приложение: АСК-анализ зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы
Модель: Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
КЛАССЫ
3.ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)
9 3/3-{1.3800000, 1.5200000}
8 2/3-{1.3200000, 1.3800000}
7 1/3-{1.2500000, 1.3200000}
8 1/4-1.Всходы
9 2/4-2.Весеннее кущение
10 3/4-3.Колошение
11 4/4-4.Полная спелость
3.ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ
ПРИЗНАКИ
Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос».
© Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандык (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011
14-я подматрица
Степени редукции
частично редуцированных
когнитивных функций:
Позитивной от классов 0,00
Позитивной от признаков 1,00
Негативной от классов 0,00
Негативной от признаков 1,00
Метод интерполяции:
Фильтр тип.1
Количество градаций уровня:
32
Цвет нерасчетных нулей:
Отсутствует
Тип палитры:
Цветовая заливка, спектр от син
Интерполяция нерасчетных нуле
Отсутствует
Размер шрифта 45
Изображение создано:
21.07.2022 16:43:38

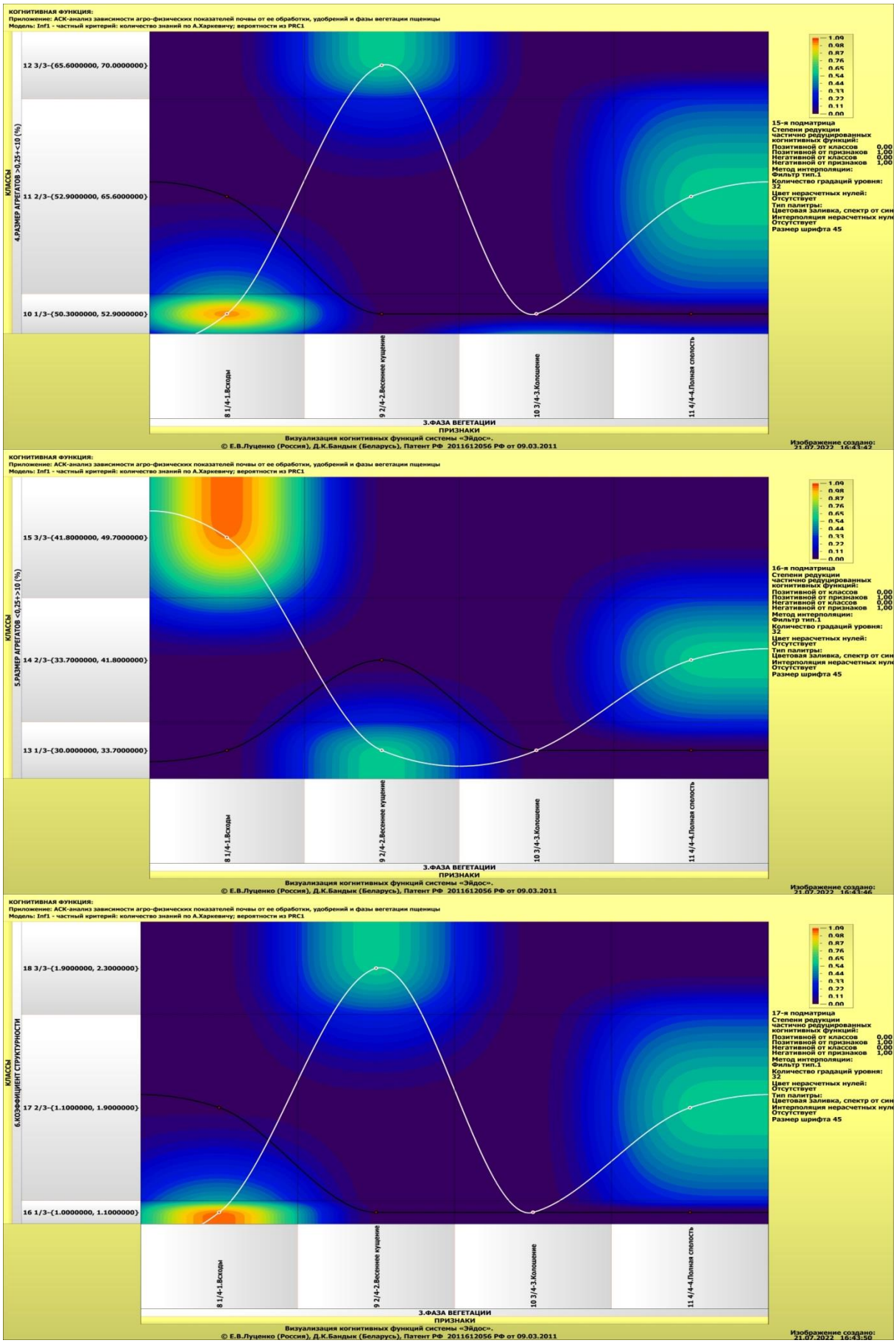


Рисунок 36. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF1

Как уже отмечалось содержательное объяснение когнитивных функций на теоретическом уровне познания – это дело специалистов в той предметной области, к которой относится предмет моделирования [22].

3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций

В АСК-анализе все факторы рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта моделирования и управления, на который они действуют, в определенное будущее состояние, описываемое классом (градация классификационной шкалы), и при этом сила и направление влияния всех значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: единицах количества информации [6].

Значимость (селективная сила) градаций описательных шкал в АСК-анализе – это вариабельность частных критериев в статистических и системно-когнитивных моделях, например в модели Inf1, это вариабельность информативностей (режим 3.7.5 системы «Эйдос»).

Значимость всей описательной шкалы является средним от степени значимости ее градаций (режим 3.7.4 системы «Эйдос»).

Если рассортировать все градации факторов (признаки) в порядке убывания селективной силы и получить сумму селективной силы системы значений факторов нарастающим итогом, то получим Парето-кривую.

На рисунке 39 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3:

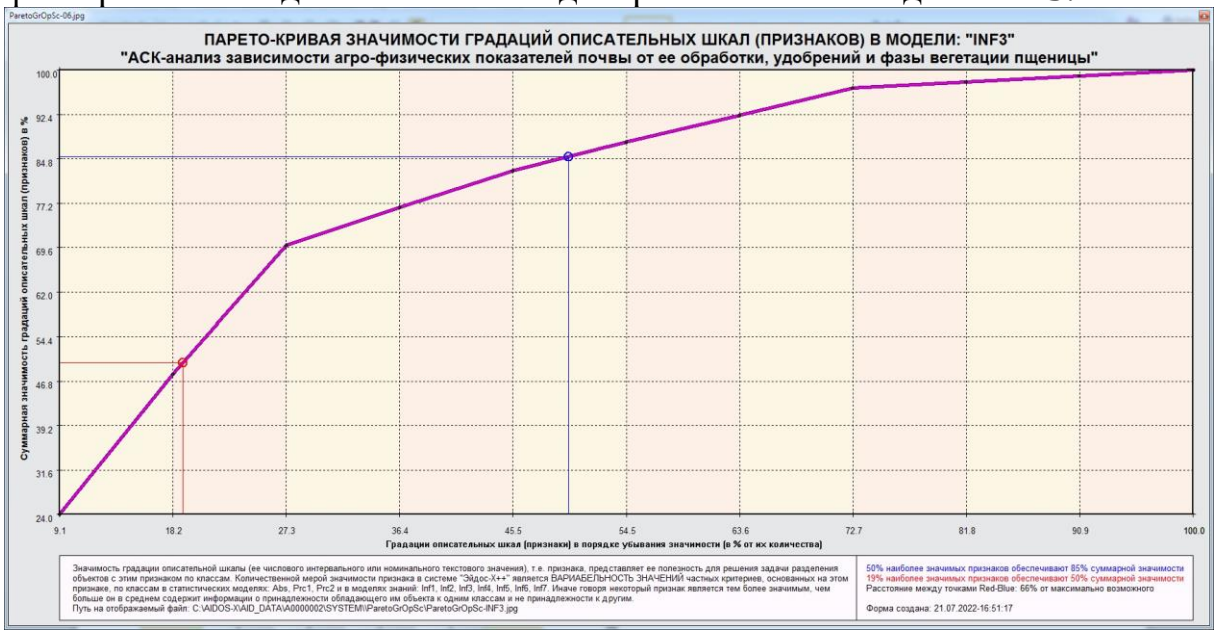


Рисунок 37. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3

Из рисунка 39 видно, что примерно пятая часть наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 85% суммарного влияния.

В таблице 16 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 39. Из таблицы 16 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора. Например, видно, что значение фактора: «ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение» имеет влияние на объект моделирования почти в 24 раза выше, чем значение фактора: «УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)». Это значит, что сила влияния разных значений факторов на объект моделирования довольно существенно отличается друг от друга.

Таблица 11 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3

№	№, %	Код значения фактора	Наименование фактора и его значения	Код фактора	Ценность значения фактора, %	Ценность значения фактора кумулятивно, %
1	9,1	9	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-2/4-2.Весеннее кущение	3	24,040	24,040
2	18,2	11	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-4/4-4.Полная спелость	3	24,006	48,046
3	27,3	8	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-1/4-1.Всходы	3	21,955	70,002
4	36,4	4	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-4/4-4.Прямой посев	1	6,579	76,581
5	45,5	2	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-2/4-2.Чизелевание	1	6,227	82,808
6	54,5	1	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-1/4-1.Вспашка (контроль)	1	4,895	87,703
7	63,6	10	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ-3/4-3.Колошение	3	4,613	92,315
8	72,7	3	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ-3/4-3.Дисковое лущение	1	4,609	96,925
9	81,8	5	УДОБРЕНИЯ-1/3-N20P80 + N40	2	1,025	97,950
10	90,9	6	УДОБРЕНИЯ-2/3-N40P160 + N40	2	1,025	98,975
11	100,0	7	УДОБРЕНИЯ-3/3-Без удобрений (контроль)	2	1,025	100,000

На экранной форме рисунка 40 приведены имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в разных моделях:

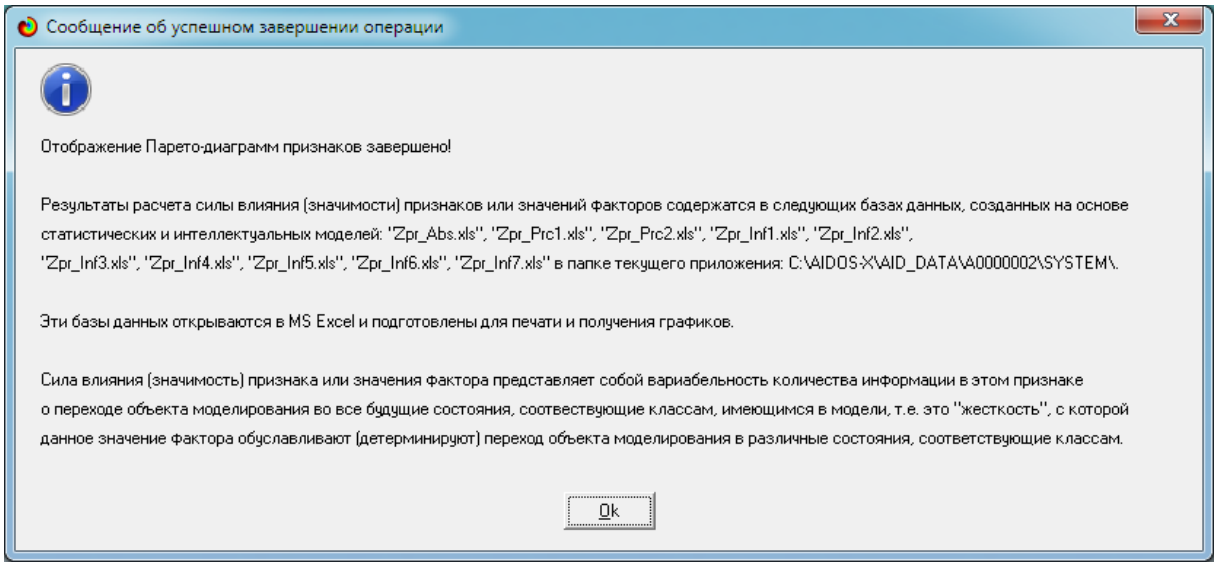


Рисунок 38. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния значений факторов в разных моделях

На экранной форме рисунка 41 приведены имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях.

В таблице 17 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF3. Из таблицы 17 видно, что почти 74% суммарного влияния на поведение объекта моделирования обусловлено фазой вегетации, еще 22% влияния оказывает способ обработки почвы, а удобрения оказывают сравнительно меньшее влияние: около 4%.

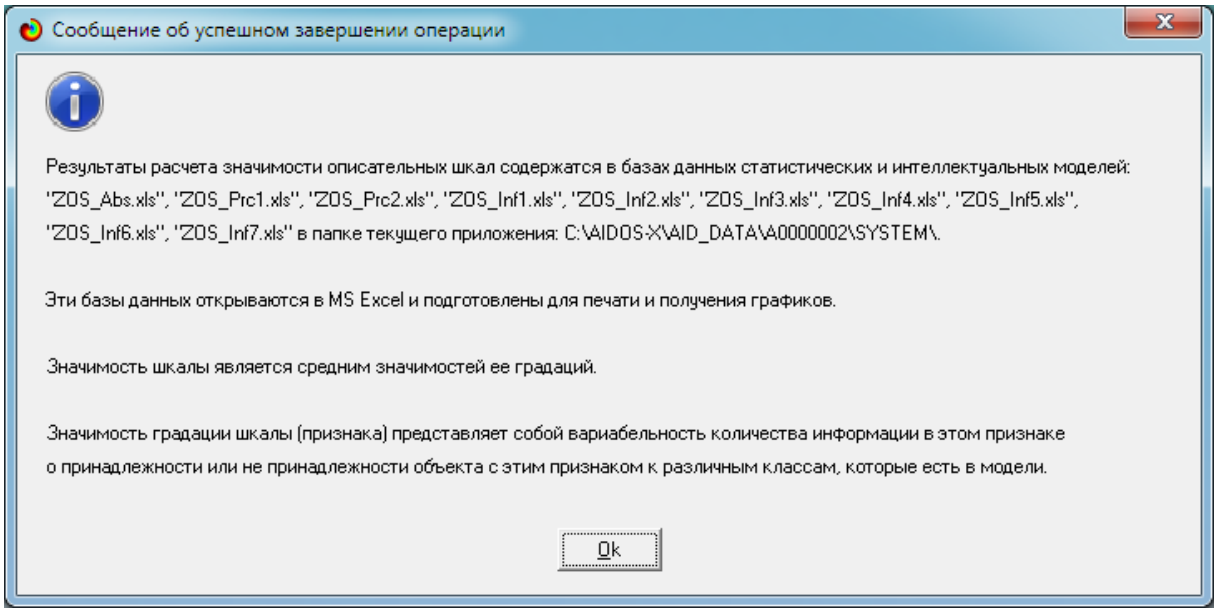


Рисунок 39. имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях

Таблица 12 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF3

№	№, %	Код фактора	Наименование фактора	Сила влияния фактора, %	Сила влияния фактора кумулятивно, %
1	33,3	3	ФАЗА ВЕГЕТАЦИИ	73,858	73,858
2	66,7	1	ОБРАБОТКА ПОЧВЫ	22,084	95,941
3	100,0	2	УДОБРЕНИЯ	4,059	100,000

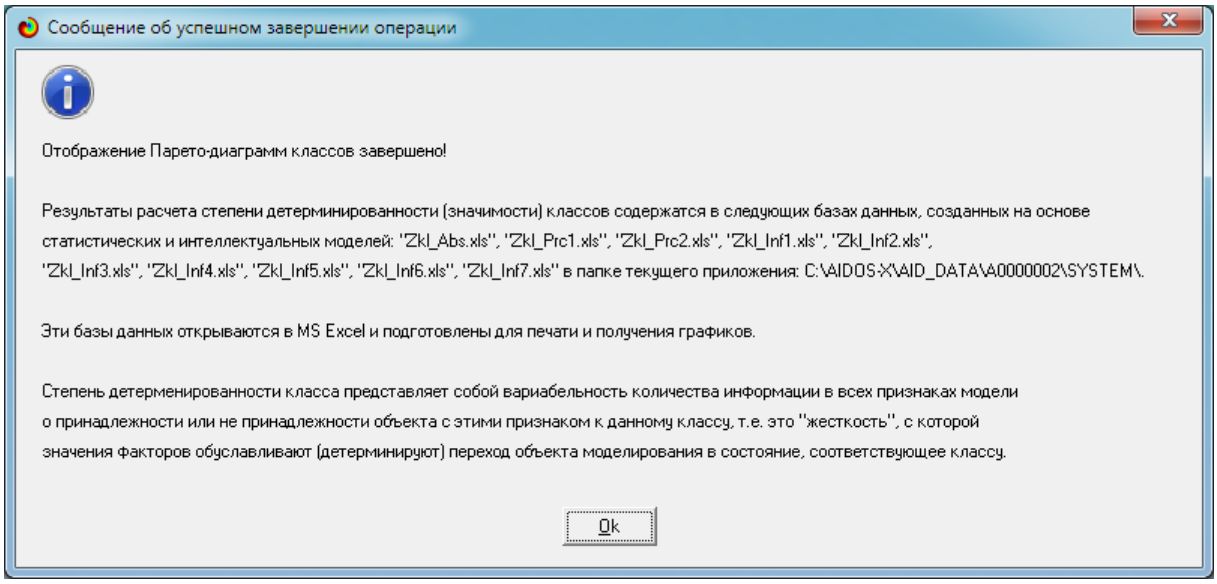
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается ***степенью вариабельности значений факторов*** (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (режим 3.7.3 системы «Эйдос»).

Чем выше степень детерминированности класса, тем более достоверно он прогнозируется по значениям факторов.

Степень детерминированности (обусловленности) всей классификационной шкалы является средним от степени детерминированности ее градаций, т.е. классов (режим 3.7.2 системы «Эйдос»).

На рисунках 42 приведены экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос», содержащие информацию о степени детерминированности (обусловленности) состояний объекта моделирования действующими на него факторами:



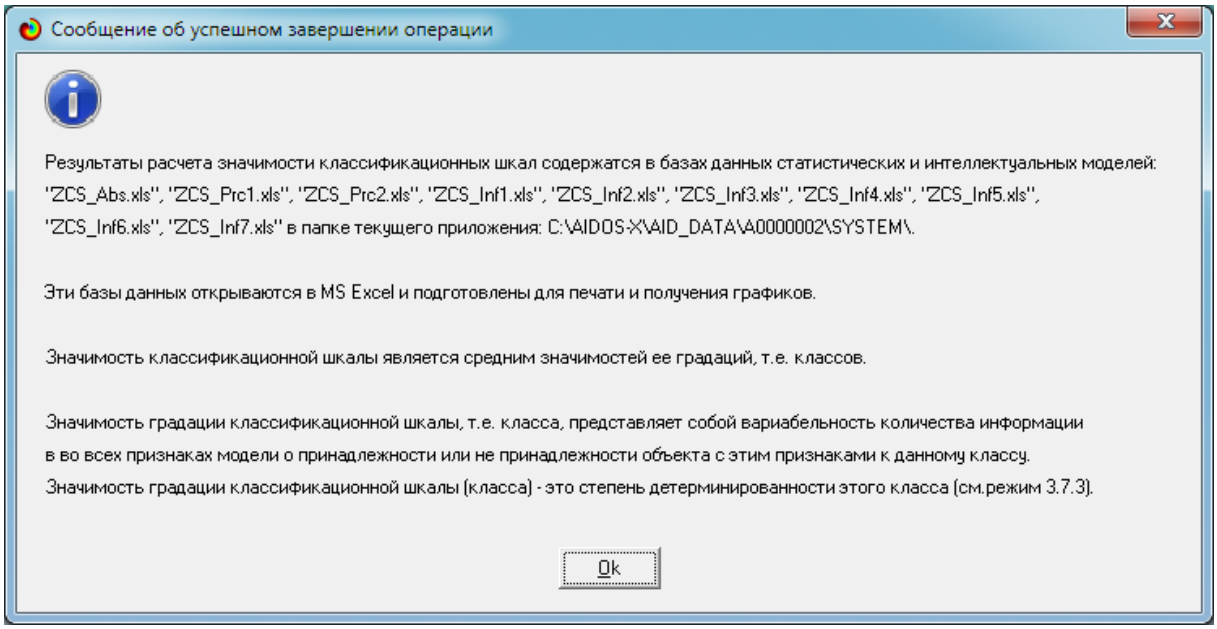


Рисунок 40. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

В таблице 18 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 42. Из таблицы 18 видно, какую долю от суммарной степени детерминированности всех классов имеет каждый класс. Например, видно, что класс: «РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-1/3-{50.3000000, 52.9000000}» детерминирован (обусловлен) значениями факторов почти в 4 раза сильнее, чем класс: «ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3000000, 1.3600000}». Это значит, что степень обусловленности значениями факторов разных будущих состояний объекта моделирования, соответствующие классам, довольно существенно отличается друг от друга.

Таблица 13 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF3

№	№, %	Код класса	Наименование классификационной шкалы и класса	Код классификационной шкалы	Степень детерминированности класса, %	Степень детерминированности класса кумулятивно, %
1	5,6	10	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-1/3-{50.3000000, 52.9000000}	4	8,094	8,094
2	11,1	15	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-3/3-{41.8000000, 49.7000000}	5	8,094	16,187
3	16,7	16	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-1/3-{1.0000000, 1.1000000}	6	8,094	24,281
4	22,2	11	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-2/3-{52.9000000, 65.6000000}	4	6,257	30,538
5	27,8	12	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)-3/3-{65.6000000, 70.0000000}	4	6,257	36,795
6	33,3	13	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-1/3-{30.0000000, 33.7000000}	5	6,257	43,052
7	38,9	14	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)-2/3-{33.7000000, 41.8000000}	5	6,257	49,309
8	44,4	17	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-2/3-{1.1000000, 1.9000000}	6	6,257	55,565
9	50,0	18	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ-3/3-{1.9000000, 2.3000000}	6	6,257	61,822
10	55,6	1	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1500000, 1.2200000}	1	5,098	66,920
11	61,1	4	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.1700000, 1.3000000}	2	5,098	72,018
12	66,7	6	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3600000, 1.5400000}	2	5,098	77,115
13	72,2	7	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-1/3-{1.2500000, 1.3200000}	3	4,979	82,094
14	77,8	3	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3100000, 1.4800000}	1	4,808	86,902
15	83,3	9	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-3/3-{1.3800000, 1.5200000}	3	4,307	91,209
16	88,9	8	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3200000, 1.3800000}	3	4,080	95,289
17	94,4	2	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.2200000, 1.3100000}	1	2,660	97,949
18	100,0	5	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)-2/3-{1.3000000, 1.3600000}	2	2,051	100,000

В таблице 19 приведена информация о степени детерминированности классов значениями факторов в системно-когнитивной модели INF3. Из таблицы 19 видно, что по более 20%

суммарной детерминированности приходятся на каждый из таких агрофизических показателей почвы, как: «РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)», «РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)», «КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ», а плотность различных слоев почвы на разной глубине обусловлена различными факторами почти в два раза в меньшей степени.

Таблица 14 – Степень детерминированности классификационных шкал в системно-когнитивной модели INF3

№	№, %	Код классификационной шкалы	Наименование классификационной шкалы	Степень детерминированности классификационной шкалы, %	Степень детерминированности классификационной шкалы кумулятивно, %
1	16,7	4	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ >0,25+<10 (%)	20,607	20,607
2	33,3	5	РАЗМЕР АГРЕГАТОВ <0,25+>10 (%)	20,607	41,215
3	50,0	6	КОЭФФИЦИЕНТ СТРУКТУРНОСТИ	20,607	61,822
4	66,7	3	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 20-30 СМ (Г/СМ3)	13,365	75,187
5	83,3	1	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 0-10 СМ (Г/СМ3)	12,566	87,753
6	100,0	2	ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ В СЛОЕ 10-20 СМ (Г/СМ3)	12,247	100,000

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

Полученные результаты можно оценить как успешно решающие сформулированную в работе проблему и обеспечивающие достижение поставленной в работе цели. Эти результаты получены путем применения лингвистического Автоматизированного системно-когнитивного анализа (лингвистический АСК-анализ) и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос».

Анализ полученных результатов, проведенный в данной работе, полностью согласуется с результатами работы [10], на исходных данных которой они основаны. С другой стороны применение АСК-анализа и системы «Эйдос» весьма существенно расширяет возможности решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области, по сравнению с методами, применяемыми в работе [10]. Поэтому есть все основания рекомендовать применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для проведения дальнейших углубленных исследований.

Достижением данной работы является:

1. Возможность построения системно-когнитивных моделей предметной области на основе исходных данных, содержащих лингвистические переменные.

2. Возможность применения системно-когнитивных моделей для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области.

В качестве перспективы продолжения исследований можно было бы рекомендовать существенно увеличить объем исходных данных,

количество исследуемых факторов, а также количество классификационных шкал и их градаций (классов) для описания будущих состояний объекта моделирования.

Например, можно было бы исследовать в создаваемых системно-когнитивных моделях, не только технологические, но и природно-климатические факторы.

Рекомендуется ввести классификационные шкалы, отражающие влияние исследуемых факторов на объект моделирования не только в натуральном выражении (количество и качество различных видов продукции), но и в стоимостном выражении (прибыль и рентабельность, как общая по предприятию, так и в разрезе по видам продукции).

Перспективность и ценность результатов подобных исследований и разработок для теории и практики не вызывает особых сомнений, что подтверждается работами автора в этой области [1-26].

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 №**335**. 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.

5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)

В работе решена задача выявления зависимости агро-физических показателей почвы от ее обработки, удобрений и фазы вегетации пшеницы. На основе знания этих зависимостей решены задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели.

Спецификой данной задачи является то, что все независимые переменные являются лингвистическими (категориальными) переменными. Поэтому для решения данной задачи применяется лингвистический АСК-анализ, т.е. когнитивная математическая лингвистика. При этом сами агро-физические показатели почвы измеряется в числовых шкалах.

Таким образом, в работе строится гибридная модель, включающая как номинальные (текстовые), так и числовые шкалы. Сопоставимость обработки данных разных типов, представленных в разных типах шкал и разных единицах измерения обеспечивается путем метризации

номинальных шкал, т.е. повышения их степени формализации до уровня числовых шкал [6].

Это достигается путем вычисления количества информации, содержащегося в градациях номинальных шкал и получении той или иной урожайности.

В работе приводится краткое описание АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос». 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.*** Ознакомиться с данной работой на русском языке можно на RG [27] или скачав ее по прямой ссылке из Эйдос-облака: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000335/readme.pdf.

REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)

1. 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 (in English) / October 2022, DOI: 10.13140/RG.2.2.34682.77766, License CC BY 4.0, https://www.researchgate.net/publication/364830085

2. 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 (на Русском) / July 2022, DOI: 10.13140/RG.2.2.32110.69446/3, License CC BY 4.0, https://www.researchgate.net/publication/362211691