УДК 004.8
06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АГРОТЕХНОЛОГИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПШЕНИЦЫ И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ, ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188763047
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com http://lc.kubagro.ru
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

Печурина Елена Каримовна
РИНЦ SPIN-код: 1952-4286
geskov@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

Цель статьи состоит в применении автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) для исследования влияния агротехнологических факторов на урожайность и качество пшеницы и применению созданных моделей для решения задач прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи, полученные путем декомпозиции цели и являющиеся этапами ее достижения: Задача 1: сформулировать идею и концепцию решения проблемы; Задача 2: обосновать выбор метода и инструмента решения проблемы; Задача 3: применить выбранный метод и инструмент для достижения поставленной цели: когнитивная структуризация предметной области; формализация предметной области; синтез и верификация модели; повышение качества модели и выбор наиболее достоверной модели; решение в наиболее достоверной модели задач диагностики (классификации, распознавания, идентификации), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. Задача 4: описать эффективность предложенного решения проблемы. Задача 5: рассмотреть ограничения и недостатки предложенного решения проблемы и перспективы его развития путем их преодоления этих ограничений и недостатков. Приводится подробный численный пример решения поставленных задач, основанный на 217 реальных примерах выращивания пшеницы на полях Краснодарского края. Для читателей обеспечивается возможность загрузки данного численного примера и установки его у себя на компьютере для изучения

UDC 004.8
06.01.01 General agriculture and crop production

SYSTEMIC COGNITIVE MODELING OF THE INFLUENCE OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES ON YIELD AND QUALITY OF WHEAT AND THE SOLUTION OF TASKS OF FORECASTING, DECISION SUPPORT AND RESEARCH OF THE SUBJECT AREA

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Scopus Author ID: 57188763047
RSCI SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com http://lc.kubagro.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Pechurina Elena Karimovna
RSCI SPIN-code: 1952-4286
geskov@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

The purpose of the article is to use automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) to study the impact of agrotechnological factors on the yield and quality of wheat and the use of the created models to solve the problems of forecasting, decision support and research of the simulated domain through the study of its model. To achieve this goal, the following tasks are set and solved, obtained by decomposition of the goal and are the stages of its achievement: Task 1: to formulate the idea and concept of solving the problem; Task 2: to justify the choice of method and tool for solving the problem; Task 3: to apply the selected method and tool to achieve this goal: cognitive structuring of the subject area; formalization of the subject area; synthesis and verification of the model; improving the quality of the model and the choice of the most reliable model; solution in the most reliable model of diagnostic problems (classification, recognition, identification), decision support and research of the simulated subject area by studying its model. Task 4: describe the effectiveness of the proposed solution. Task 5: to consider the limitations and shortcomings of the proposed solution to the problem and the prospects for its development by overcoming these limitations and shortcomings. A detailed numerical example of solving the problems based on 217 real examples of wheat cultivation in the fields of the Krasnodar region is given. For readers, it is possible to download this numerical example and install it on your computer to study

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, АСК-АНАЛИЗ, СИСТЕМА «ЭЙДОС», УПРАВЛЕНИЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ, СЕВООБОРОТ, АГРОТЕХНОЛОГИИ, УРОЖАЙНОСТЬ КАЧЕСТВО ПШЕНИЦЫ

Keywords: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM, MANAGEMENT, FORECASTING, DECISION-MAKING, CROP ROTATION, AGRO TECHNOLOGIES, YIELD QUALITY OF WHEAT

Doi: 10.21515/1990-4665-147-015

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ (INTRODUCTION) ... 3

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ (MATERIALS AND METHODS) ... 4

2.1. Идея и концепция решения проблемы ... 4
2.2. Обоснование выбора метода и инструмента решения проблемы (задача 1) ... 5
2.2.1 Суть метода и математической модели АСК-анализа ... 7
2.2.2. Синтез системно-когнитивных моделей и частные критерии ... 9
2.2.3. Интегральные критерии и решение задач системной идентификации и принятия управляющих решений ... 13
2.2.4. Этапы АСК-анализа ... 15
2.3. Применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для достижения поставленной цели (задача 2) ... 15
2.3.1. Когнитивно-целевая структуризация предметной области (задача 2.1) ... 16
2.3.2. Формализация предметной области и описание исходных данных (задача 2.2) ... 17
2.3.3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей (задача 2.3) ... 20
2.3.4. Верификация статистических и системно-когнитивных моделей (задача 2.4) ... 22
2.3.5. Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей (задача 2.5) ... 24

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ (RESULTS AND DISCUSSION) ... 25

3.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация) (задача 2.6.1) ... 25
3.1.1. Верификация моделей путем распознавания обучающей выборки ... 25
3.1.2. Прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания пшеницы, на основе данных, не использовавшихся при синтезе и верификации моделей ... 28
3.2. Упрощенное решение задачи поддержки принятия решений (задача 2.6.2) ... 30
3.3. Исследование предметной области путем исследования ее СК-модели (задача 2.6.3) ... 37
3.3.1. Когнитивные диаграммы классов ... 37
3.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов ... 38
3.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов ... 39
3.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов ... 40
3.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети ... 41
3.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты ... 42
3.3.7. Когнитивные функции ... 43
3.4. Развитый алгоритм принятия решений с применением SWOT- и кластерно-конструктивного анализа, ФСА и метода Директ-костинг (задача 2.6.2) ... 45
3.4.1. Общая структура интеллектуальной автоматизированной системы управления ... 46
3.4.2. Алгоритм принятия управляющих решений в АСК-анализе и системе «Эйдос» ... 46
3.4.3. Эксплуатация интеллектуальной АСУ в адаптивном режиме ... 49
3.4.4. Повышение статуса результатов исследования ... 49
4. Различные виды обеспечения решения проблемы: кадровое, техническое, организационное, информационное, финансовое и юридическое (задача 3) ... 49

5. ВЫВОДЫ (CONCLUSIONS) ... 50

5.1. Эффективность предложенного решения проблемы (задача 4) ... 50
5.2. Ограничения и недостатки предложенного решения проблемы и перспективы его развития путем их преодоления этих ограничений и недостатков (задача 5) ... 50
5.3. Заключение ... 51

6. БЛАГОДАРНОСТИ (ACKNOWLEDGEMENTS) ... 53

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES) ... 54

1. Введение (Introduction)

В наше время в Internet нетрудно найти научно-обоснованные рекомендации по применению тех или иных агротехнологий при возделывании различных сельскохозяйственных культур (агротехнологические рекомендации)[1].

Однако эти рекомендации обычно не учитывают *специфические особенности*, связанные прежде всего с природно-климатическими условиями и особенностями почв конкретных хозяйств, т.е. не районированы, из-за чего эффективность применения этих рекомендаций на практике может заметно снижаться.

Следовательно *для повышения эффективности рекомендаций необходимо их* ***районировать (лакализовать)***. Процесс же районирования рекомендаций по сути мало отличается от процесса их разработки и является весьма длительным, наукоемким и затратным во всех отношениях.

Однако одного районирования агротехнологических рекомендаций недостаточно. Дело в том, что:

– в распоряжении различных хозяйств имеются различные агротехнологические возможности, которые изменятся во времени;

– сами агротехнологии довольно интенсивно развиваются и рекомендации, разработанные несколько лет назад, могут просто *морально устареть* не смотря на то, что по сути они остаются правильными.

Поэтому агротехнологические рекомендации должны учитывать не только *место* расположения хозяйства (т.е. должны быть ***локализованы***), но также и должны быть ***адаптированы*** ко *времени* их применения. Для этого агротехнологические рекомендации ***необходимо*** адаптировать и локализовать для основной массы хозяйств.

Однако это весьма проблематично. Дело в том, что ***традиционно*** рекомендации разрабатываются в результате проведения длительных (многолетних) научных исследований в вузах и специализированных научно-исследовательских институтах (НИИ), обладающих необходимым для этого научным и кадровым потенциалом, а также соответствующими условиями и инструментарием. По этим причинам вузы и специализированные НИИ просто по своим возможностям не в состоянии локализовать и адаптировать агротехнологические рекомендации для всех или основной массы хозяйств, а хозяйства не облают для финансовыми возможностями, достаточными для оплаты этих услуг.

Поэтому возникает следующая **проблема**: с одной стороны агротехнологические рекомендации ***необходимо*** адаптировать и локализовать для основной массы хозяйств, а с другой стороны в вузах и специализирован-

---

[1] https://yandex.ru/search/?clid=9582&text=рекомендации%20агротехнологии%20возделывания%20сельскохозяйственных%20культур

ных НИИ нет необходимых для этого возможностей, а у самих хозяйств нет финансовых ресурсов для оплаты этих услуг.

2. Материалы и методы (Materials and methods)

2.1. Идея и концепция решения проблемы

Идея решения проблемы отвечает на вопрос: «***Что*** для этого должно быть сделано?», а концепция решения проблемы отвечает на вопрос: «***Как*** это сделать?» Реализация идеи и концепции решения проблемы обеспечивают достижение **цели**, которая состоит в решении поставленной проблемы на практике не на отдельном примере или нескольких примерах, а для основной массы хозяйств.

Идея решения проблемы *состоит в том, чтобы* не агротехнологические рекомендации не локализовались и адаптировались вузами и/или НИИ для конкретных хозяйств, а *эти хозяйства сами разрабатывали и периодически адаптировали эти рекомендации для себя*.

Для того, чтобы реализация этой идеи стало возможным на практике необходимо выполнение нескольких условий, которые в настоящее время либо практически все уже выполнены, либо для их выполнения уже имеются все необходимые предпосылки:

1. Необходимы накапливаемые и актуальные ***исходные данные по истории полей*** конкретных хозяйств[2], в которых должны быть отражены применяемые в различные годы на этих полях агротехнологии и полученные в результате их применения результаты выращивания сельхозкультур, как в натуральном выражении (количество и качество продукции), так и очень желательно, в финансовом выражении (прибыль и рентабельность).

2. Необходима современная инновационная интеллектуальная on-line технология персонального уровня (т.е. не предъявляющая жестких требований к уровню квалификации пользователя), находящаяся в полном открытом бесплатном доступе и обеспечивающая как разработку интеллектуальных приложений, обеспечивающих выработку агротехнологических рекомендаций по возделыванию различных культур для конкретных хозяйств на основе их собственных исходных данных (накапливаемых по п.1), так и эксплуатацию этих приложений в режимах прогнозирования и поддержки принятия решений, а также периодическую адаптацию этих рекомендаций к изменяющимся условиям.

3. Необходимо кадровое обеспечение, т.е. специалисты в конкретных хозяйствах, способные решать задачи, сформулированные в п.1 и п.2, а также техническое обеспечение (компьютеры и доступ в Internet), а также организационное, информационное, финансовое и юридическое обеспечение.

---

[2] https://yandex.ru/search/?text=Электронная%20книга%20истории%20полей%20поможет%20агроному

Концепция решения проблемы состоит в постановке конкретных задач, решение которых обеспечивает реализацию сформулированной выше идеи и достижение поставленной цели. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**, которые получаются путем декомпозиции цели и являются этапами ее достижения:

Задача 1: обосновать выбор метода и программного инструментария решения проблемы;

Задача 2: применить выбранный метод и инструментарий для достижения поставленной цели:

- задача 2.1: когнитивная структуризация предметной области;
- задача 2.2: формализация предметной области;
- задача 2.3: синтез статистических и системно-когнитивных моделей;
- задача 2.4: верификация статистических и системно-когнитивных моделей;
- задача 2.5: повышение качества модели и выбор наиболее достоверной модели;
- задача 2.6: решение в наиболее достоверной модели задач: прогнозирования (диагностики, классификации, распознавания, идентификации), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели (когнитивные диаграммы классов и значений факторов, агломеративная когнитивная кластеризация классов и значений факторов, нелокальные нейроны и нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты, когнитивные функции).

Задача 3: Кратко описать различные виды обеспечения: кадровое, техническое, организационное, информационное, финансовое и юридическое.

Задача 4: описать эффективность предложенного решения проблемы.

Задача 5: рассмотреть ограничения и недостатки предложенного решения проблемы и перспективы его развития путем их преодоления этих ограничений и недостатков;

Ниже рассмотрим решение этих задач на подробном численном примере, основанном на реальных данных выращивания пшеницы в Краснодарском крае.

2.2. Обоснование выбора метода и инструмента решения проблемы (задача 1)

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) разработан проф. Е.В. Луценко в 2002 году [1-2] для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ имеет программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую

систему «Эйдос-Х++» (система «Эйдос»). Система «Эйдос» выгодно отличается от других интеллектуальных систем следующими параметрами:

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm);
- находится в полном открытом бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), причем с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/__AIDOS-X.txt);
- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm);
- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);
- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и 147, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);
- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;
- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире (http://aidos.byethost5.com/map3.php);
- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний;
- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры некоторых форм можно посмотреть в работе: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf).

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» в качестве метода и инструмента решения поставленной проблемы.

2.2.1 Суть метода и математической модели АСК-анализа

Суть метода АСК-анализа состоит в последовательном повышении степени формализации модели и преобразовании данных в информацию, а ее в знания и решении на основе этих знаний задач идентификации (распознавания, классификации и прогнозирования), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области (рисунки 1 и 2) [3].

В АСК-анализе каждый из объектов обучающей выборки (определенное наблюдение, конкретный объект или его состояние) формально описываются двумя способами: с помощью градаций описательных шкал и с помощью градаций классификационных шкал (таблица 1).

Таблица 1 – СТАТИЧНАЯ, ДИНАМИЧНАЯ И ОБОБЩЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ

№	Статичная интерпретация	Динамичная интерпретация	Обобщенная интерпретация
1	Свойство	Фактор	Описательная шкала
2	Степень выраженности свойства или его наличие	Значение фактора	Градация описательной шкалы
3	Способ группировки объектов обучающей выборки	Способ группировки состояний объекта моделирования и управления	Классификационная шкала
4	Класс, обобщенная группа объектов обучающей выборки	Класс, состояние объекта моделирования и управления	Градация классификационной шкалы

Классы описываются градациями классификационных шкал. Факторы формально описываются описательными шкалами, а значения факторов – градациями описательных шкал. В статичной интерпретации решается задача идентификации, а в динамичной – задачи прогнозирования и принятия решений. Задача принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования: при прогнозировании по значениям факторов определяется будущее состояние объекта моделирования, а при принятии решений наоборот, по заданному целевому будущему состоянию объекта управления определяются обуславливающие (детерминирующие) его значения факторов.

В нашем случае, рассматриваемом в данной работе, больше подходит динамичная интерпретация, которой мы и будем пользоваться, а обобщенная интерпретация подходит во всех случаях.

Рисунок 1. О соотношении содержания понятий: «данные», «информация» и «знания» в АСК-анализе

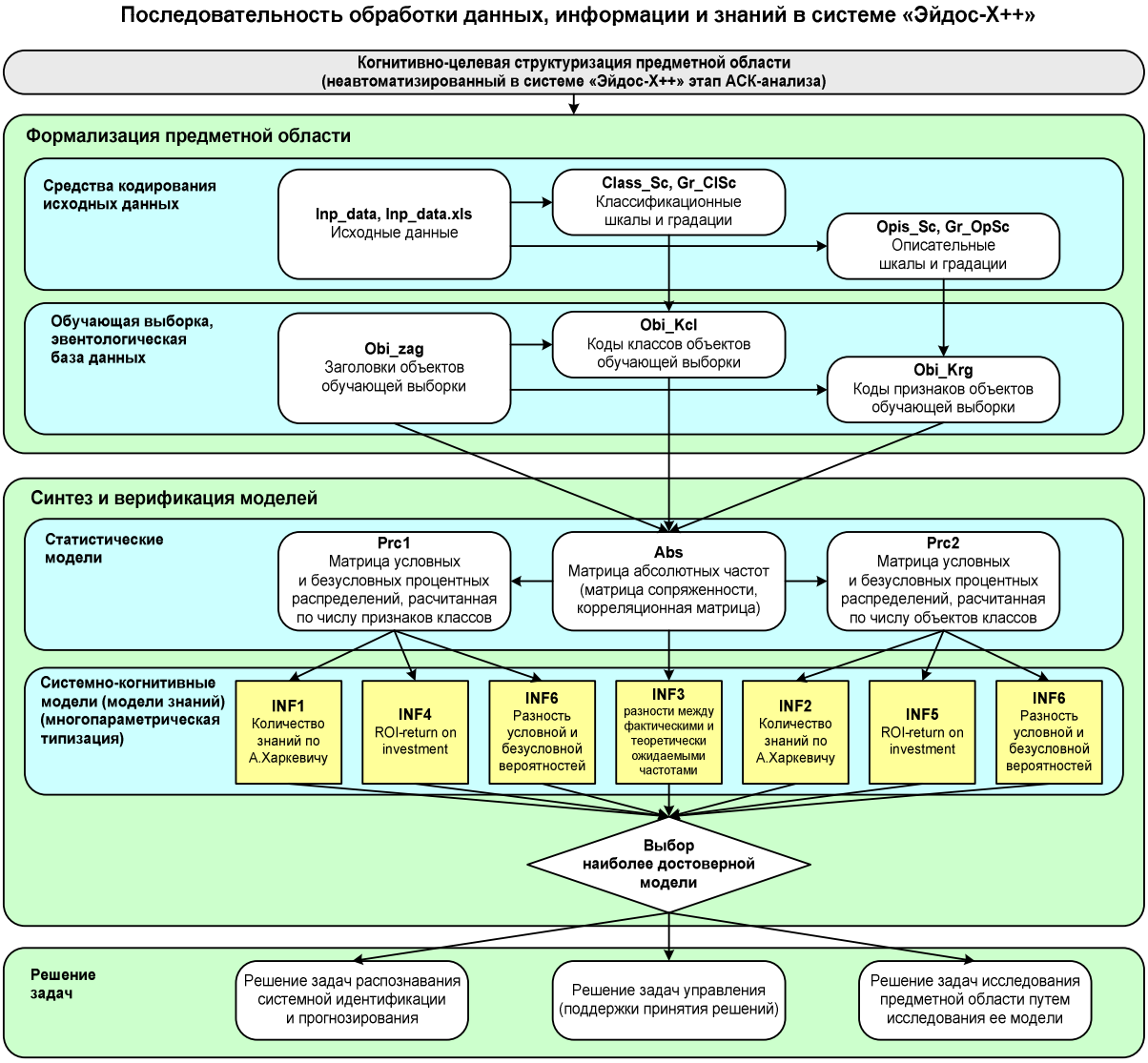


Рисунок 2. Последовательность преобразования данных в информацию, а ее в знания и решения задач в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Существует три основных группы факторов: физические, социально-экономические и психологические (субъективные) и в каждой из этих групп есть много различных видов факторов, т.е. есть много различных физических факторов, много социально-экономических и много психологических, но в АСК-анализе все эти 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*** [3].

2.2.2. Синтез системно-когнитивных моделей и частные критерии

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике [22] и обеспечивает сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых данных, представленных в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения [3].

Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.

Непосредственно на основе эмпирических данных рассчитывается матрица абсолютных частот (рисунок 2 и таблица 2).

Таблица 2 – Матрица абсолютных частот

		Классы					Сумма
		1	...	*j*	...	*W*	
Значения факторов	*1*	N_{11}		N_{1j}		N_{1W}	
	...						
	i	N_{i1}		N_{ij}		N_{iW}	$N_{i\Sigma}=\sum_{j=1}^{W} N_{ij}$
	...						
	M	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}	
Суммарное количество Признаков по классу				$N_{\Sigma j}=\sum_{i=1}^{M} N_{ij}$			$N_{\Sigma\Sigma}=\sum_{i=1}^{W}\sum_{j=1}^{M} N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу				$N_{\Sigma j}$			$N_{\Sigma\Sigma}=\sum_{j=1}^{W} N_{\Sigma j}$

На ее основе рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 3).

Отметим, что в АСК-анализе и его программном инструментарии интеллектуальной системе «Эйдос» используется два способа расчета матриц условных и безусловных процентных распределений:

1-й способ: в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество признаков по классу;

2-й способ: в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу.

Таблица 3 – Матрица условных и безусловных процентных распределений

		Классы					Безусловная вероятность признака
		1	...	*j*	...	*W*	
Значения факторов	*1*	P_{11}		P_{1j}		P_{1W}	
	...						
	i	P_{i1}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$		P_{iW}	$P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$
	...						
	M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{MW}	
Безусловная вероятность класса				$P_{\Sigma j}$			

Затем на основе таблицы 3 с использованием частных критериев, приведенных таблице 4, рассчитываются матрицы системно-когнитивных моделей (рисунок 2, таблица 5).

Таблица 4 – Различные аналитические формы частных критериев знаний

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
ABS, матрица абсолютных частот	---	N_{ij}
PRC1, матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество признаков по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$
PRC2, матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$

количество объектов обучающей выборки по классу		
INF1, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу. Вероятность того, что если у объекта j-го класса обнаружен признак, то это i-й признак	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF2, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект j-го класса, то у него будет обнаружен i-й признак.	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF3, частный критерий: **Хи-квадрат:** разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
INF4, частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF5, частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по *j*-му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
INF7, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по *j*-му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

<u>Обозначения к таблице 4:</u>

i – значение прошлого параметра;

j - значение будущего параметра;

N_{ij} – количество встреч j-го значения будущего параметра при i-м значении прошлого параметра;

M – суммарное число значений всех прошлых параметров;

W - суммарное число значений всех будущих параметров.

N_i – количество встреч i-м значения прошлого параметра по всей выборке;

N_j – количество встреч j-го значения будущего параметра по всей выборке;

N – количество встреч j-го значения будущего параметра при i-м значении прошлого параметра по всей выборке.

I_{ij} – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения i-го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее j-му значению будущего параметра;

Ψ – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 2002), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;

P_i – безусловная относительная частота встречи i-го значения прошлого параметра в обучающей выборке;

P_{ij} – условная относительная частота встречи i-го значения прошлого параметра при j-м значении будущего параметра .

Таблица 5 – Матрица системно-когнитивной модели

		Классы					Значимость фактора
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	I_{11}		I_{1j}		I_{1W}	$\sigma_{1\Sigma}=\sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{1j}-\bar{I}_1\right)^2}$
	...						
	i	I_{i1}		I_{ij}		I_{iW}	$\sigma_{i\Sigma}=\sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{ij}-\bar{I}_i\right)^2}$
	...						
	M	I_{M1}		I_{Mj}		I_{MW}	$\sigma_{M\Sigma}=\sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{Mj}-\bar{I}_M\right)^2}$
Степень редукции класса		$\sigma_{\Sigma 1}$		$\sigma_{\Sigma j}$		$\sigma_{\Sigma W}$	$H=\sqrt[2]{\frac{1}{(W\cdot M-1)}\sum_{j=1}^{W}\sum_{i=1}^{M}\left(I_{ij}-\bar{I}\right)^2}$

Суть этих методов в том, что вычисляется *количество информации* в значении фактора о том, что объект моделирования перейдет под его действием в определенное состояние, соответствующее классу. Это позволяет *сопоставимо* и корректно обрабатывать разнородную информацию о наблюдениях объекта моделирования, представленную в различных типах измерительных шкал и различных единицах измерения [3].

На основе системно-когнитивных моделей, представленных в таблице 5 (отличаются частыми критериями, приведенными в таблице 4) и на рисунке 2, решаются задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели [4-32].

Для решения этих задач в АСК-анализе и системе «Эйдос» в настоящее время используется два аддитивных интегральных критерия.

2.2.3. Интегральные критерии и решение задач системной идентификации и принятия управляющих решений

Задача принятия управляющих решений представляет собой обратную задачу прогнозирования. Если при прогнозировании на основе значений факторов, воздействующих на объект управления, определяется в какое состояние он под их воздействием перейдет, но при принятии решений наоборот, по желательному (целевому) состоянию объекта управления определяется система значений факторов, обуславливающих переход объекта в это целевое состояние.

Не все модели обеспечивают решение обратной задачи прогнозирования. Для этого они должны обеспечивать многопараметрическую типизацию, т.е. создавать обобщенные образы в будущих состояний объекта управления. Как влияет на поведение объекта управления одно значение фактора отражено в системно-когнитивных моделях. Как влияние система факторов определяется с помощью интегральных критериев. В настоящее время в системе «Эйдос» используется два аддитивных интегральных критерия:

– сумма знаний;

– резонанс знаний.

1-й интегральный критерий «Сумма знаний» представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе значений факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i).$$

В выражении круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^{M} I_{ij} L_i,$$

где: M – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор состояния j–го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, \textit{если } i-\textit{й фактор действует}; \\ n, \textit{где}: n > 0, \textit{если } i-\textit{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, \textit{если } i-\textit{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n, если он присутствует у объекта с интенсивностью n, т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» – один раз).

2-й интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой *нормированное* суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l M} \sum_{i=1}^{M} \left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)\left(L_i - \bar{L}\right),$$

где:

M – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\bar{I}_j$ – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$ – среднее по вектору объекта;

σ_j – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

σ_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор состояния j–го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, \textit{если } i-\textit{й фактор действует}; \\ n, \textit{где}: n > 0, \textit{если } i-\textit{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, \textit{если } i-\textit{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n, если он присутствует у объекта с интенсивностью n,

т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» – один раз).

Свое наименование интегральный критерий сходства «Семантический резонанс знаний» получил потому, что по своей математической форме является корреляцией двух векторов: состояния j–го класса и состояния распознаваемого объекта.

Система «Эйдос» обеспечивает построение интеллектуальных информационно-измерительных систем в различных предметных областях [4-32]. В системе «Эйдос» реализовано большое количество программных интерфейсов, обеспечивающий автоматизированный ввод в систему данных различных типов: текстовых, табличных и графических.

Путем многопараметрической типизации в системе создается системно-когнитивная модель, с применением которой, если модель окажется достаточно достоверной, могут решаться задачи системной идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его системно-когнитивной модели [4-32].

2.2.4. Этапы АСК-анализа

Стандартные этапы АСК-анализа по сути, представляют собой этапы решения поставленной в работе проблемы (рисунки 1 и 2) [32]:

1. Когнитивная структуризация предметной области и подготовка Excel-файла исходных данных.

2. Формализация предметной области, т.е. автоматизированный ввод в систему Эйдос-Х++ исходных данных из Excel-файла с помощью стандартного программного интерфейса системы (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки).

3. Синтез и верификация 3-х статистических и 7 системно-когнитивных моделей (СК-модели).

4. Определение наиболее достоверной модели и придание ей статуса текущей.

5. Решение задач идентификации, диагностики, классификации и прогнозирования в наиболее достоверной модели.

6. Решение задач поддержки принятия решений.

7. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Ниже рассмотрим применение системы «Эйдос» для выполнения этих этапов АСК-анализа для решения поставленной в работе проблемы.

2.3. Применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для достижения поставленной цели (задача 2)

Решение задачи 2 предполагает выполнение этапов АСК-анализа, перечисленных в п.2.2.4. Все эти этапы АСК-анализа автоматизированы в

системе «Эйдос», за исключением 1-го. Рассмотрим их в порядке исполнения.

2.3.1. Когнитивно-целевая структуризация предметной области (задача 2.1)

На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы решаем на качественном уровне, что будем рассматривать в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов действия этих факторов (последствий).

При этом необходимо отметить, что СК-модели отражают сам факт наличия зависимостей между значениями факторов и результатами их действия. Но они не отражают причин и механизмов такого влияния. Это значит, что содержательная интерпретация СК-модлей – это компетенция специалистов-экспертов хорошо разбирающихся в данной предметной области. Иногда встречается ситуация, когда и то, что на первый взгляд является причинами, и то, что казалось бы является их последствиями, на самом деле является последствиями неких глубинных причин, которых мы не видим и никоим образом не отражаем в модели.

Например, если попытаться методами АСК-анализа (или другими) исследовать «как зависит поведение взрослых людей от положения стрелок часов», то выяснится, что эта зависимость довольно сильная и состоит в том, что ночью люди в основном спят, утром в основном просыпаются, моются, одеваются и идут на работу, днем в основном работают, вечером смотрят телевизор и отдыхают. Но это не значит, что положение стрелок часов каким-то мистическим образом дистанционно обуславливает поведение людей, т.е. является причиной того или иного их поведения. Из сути данной задачи нам вполне очевидно, что поведение людей определяется не положением стрелок часов, а положением Солнца над горизонтом, т.е. временем суток, а положение стрелок часов также зависит от него, как и поведение людей. Но есть случаи, когда истинная глубинная причина моделируемых процессов и явлений не так очевидна и даже вообще может быть неизвестной. И в этих случаях легко можно впасть в заблуждение, что положение стрелок часов действительно ***причинно-следственно*** обуславливает поведение людей, тогда как в действительности оно лишь содержат ***информацию*** об этом поведении. Для впавших в подобное заблуждение вполне естественным может выглядеть рекомендация влиять на поведение людей путем перевода стрелок часов. Мы видим успешность подобного подхода по крайней мере в двух сказках: «Золушка» и «Аленький цветочек». Во второй сказке даже говорится о том, что положение стрелок часов было ***единственным*** источником информации о времени суток, т.к. «ставни были закрыты». Не зря все же сверяют часы...

В данной работе в качестве классификационных шкал выбраны количественные и качественные результаты выращивания пшеницы в нату-

ральном выражении[3], т.е. урожайность и качество пшеницы, а в качестве описательных шкал выбраны различные агротехнологии.

2.3.2. Формализация предметной области и описание исходных данных (задача 2.2)

Исходные данные взяты из 2-й главы работы [14] (таблица 6).

Из-за ограничений на объем работы в таблице 6 приведен лишь фрагмент исходных данных из 15 полей, т.к. полная таблица включает 217 полей. Полную таблицу исходных данных можно скачать по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000145/Inp_data.xls. Затем с параметрами, показанными на рисунке 3, запустим режим 2.3.2.2 системы «Эйдос», представляющий собой автоматизированный программный интерфейс (API) с внешними данными табличного типа. На рисунке 3 приведены реально использованные параметры. На рисунке 4 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных для данного режима.

Таблица 6 – Исходные данные (фрагмент)[4]

№ поля	Урожайность	Качество	Вид севооборота	Ротация севооборота	Предшественники	Система удобрений	Сорта	Способы посева	Применение гербицидов и регуляторов роста	Защита растений от вредителей и болезней	Глубина и способ обработки почвы	Сроки сева	Нормы высева (млн. всхожих семян на 1 га)
Поле №1	2/5-ниже средней	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Без удобрений	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №2	2/5-ниже средней	1/3-рядовая	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Без удобрений	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №3	2/5-ниже средней	1/3-рядовая	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Вторая (1984-1993)	Поздние пропашные	Без удобрений	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №4	2/5-ниже средней	1/3-рядовая	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Вторая (1984-1993)	Поздние пропашные	Без удобрений	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №5	3/5-средняя	3/3-сильная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Минимальная доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №6	3/5-средняя	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Минимальная доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №7	3/5-средняя	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Вторая (1984-1993)	Поздние пропашные	Минимальная доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №8	3/5-средняя	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Вторая (1984-1993)	Поздние пропашные	Минимальная доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №9	3/5-средняя	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Средняя доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №10	3/5-средняя	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Средняя доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №11	3/5-средняя	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Вторая (1984-1993)	Поздние пропашные	Средняя доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №12	2/5-ниже средней	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Вторая (1984-1993)	Поздние пропашные	Средняя доза NPK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №13	3/5-средняя	3/3-сильная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Повышенная доза N + средняя доза PK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №14	3/5-средняя	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Первая (1974-1983)	Поздние пропашные	Повышенная доза N + средняя доза PK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9
Поле №15	4/5-выше средней	2/3-ценная	Зернотравяной пропашной (ЗТП)	Вторая (1984-1993)	Поздние пропашные	Повышенная доза N + средняя доза PK	Среднеросные интенсивные (100-119 см)	Рядовой с междурядьями 15 см	Без защиты	Без защиты	Поверхностная 8-10 см	Оптимальный	4.0-4.9

[3] Можно было бы исследовать результаты и в стоимостном выражении, как сделано в других работах автора [21, 33].

[4] При увеличении масштаба изображения таблица 6 вполне читабельна, т.к. она представляет собой изображение с разрешением 600 dpi

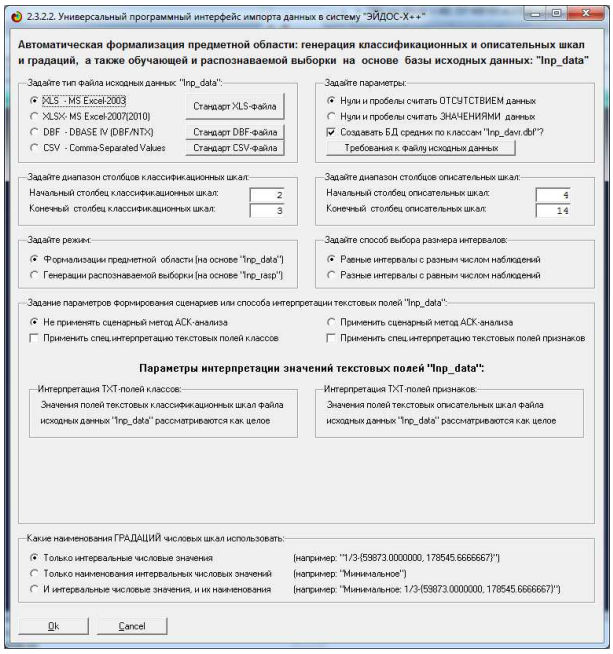


Рисунок 3. Экранная форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

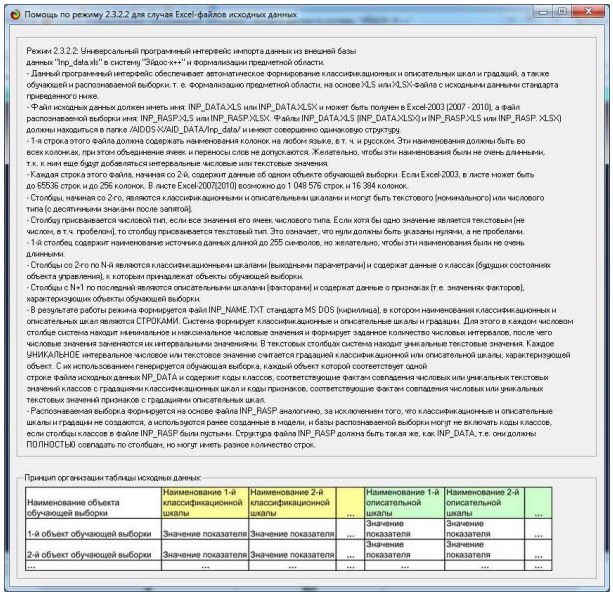


Рисунок 4. Экранные форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформировано две классификационных шкалы с суммарным количеством классов 8 (таблица 7) и 7 описательная шкала с числом слов-градаций 24 (таблица 8).

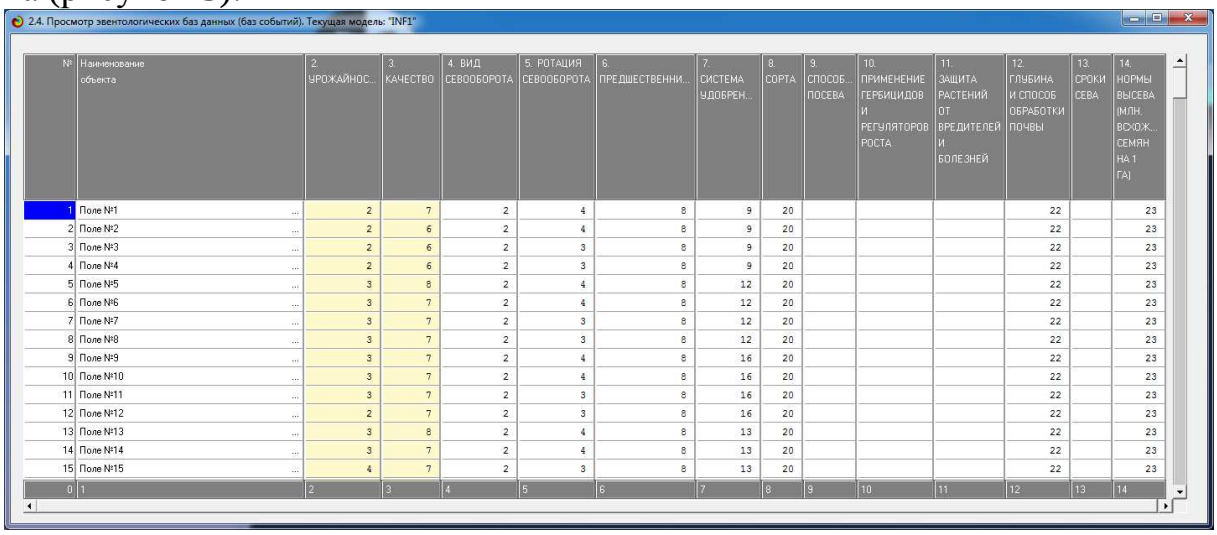
Таблица 7 – Классификационные шкалы и градации

Код	Наименование шкалы и градации
1	УРОЖАЙНОСТЬ-1.5-низкая
2	УРОЖАЙНОСТЬ-2/5-ниже средней
3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя
4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше средней
5	УРОЖАЙНОСТЬ-5/5-высокая
6	КАЧЕСТВО-1/3-рядовая
7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная
8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная

Таблица 8 – Описательные шкалы и градации

Код	Наименование шкалы и градации
1	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернопропашной (ЗП)
2	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернотравяной пропашной (ЗТП)
3	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Вторая (1984-1993)
4	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Первая (1974-1983)
5	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние травы
6	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние травы, Бобовые однолетние и другие ранние предшественники
7	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Колосовые (озимые и яровые)
8	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Поздние пропашные
9	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Без удобрений
10	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Высокая доза NPK
11	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Дробная средняя доза NPK
12	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Минимальная доза NPK
13	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Повышенная доза N + средняя доза PK
14	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NK
15	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NP
16	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK
17	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK + навоз
18	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK под ведущей культурой
19	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза PK
20	СОРТА-Среднерослые интенсивные (100-119 см)
21	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-Вспашка на 20-22 см
22	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-Поверхностная 8-10 см
23	НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА 1 ГА)-4.0-4.9
24	НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА 1 ГА)-5.0-5.9

С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные тексты были закодированы и получена обучающая выборка (рисунок 5):


2.4. Просмотр эвентологических баз данных (баз событий). Текущая модель: "INF1"

№	Наименование объекта	2. УРОЖАЙНОС...	3. КАЧЕСТВО	4. ВИД СЕВООБОРОТА	5. РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА	6. ПРЕДШЕСТВЕННИ...	7. СИСТЕМА УДОБРЕН...	8. СОРТА	9. СПОСОБ... ПОСЕВА	10. ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА	11. ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ И БОЛЕЗНЕЙ	12. ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ	13. СРОКИ СЕВА	14. НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖ... СЕМЯН НА 1 ГА)
1	Поле №1 ...	2	7	2	4	8	9	20				22		23
2	Поле №2 ...	2	6	2	4	8	9	20				22		23
3	Поле №3 ...	2	6	2	3	8	9	20				22		23
4	Поле №4 ...	2	6	2	3	8	9	20				22		23
5	Поле №5 ...	3	8	2	4	8	12	20				22		23
6	Поле №6 ...	3	7	2	4	8	12	20				22		23
7	Поле №7 ...	3	7	2	3	8	12	20				22		23
8	Поле №8 ...	3	7	2	3	8	12	20				22		23
9	Поле №9 ...	3	7	2	4	8	16	20				22		23
10	Поле №10 ...	3	7	2	4	8	16	20				22		23
11	Поле №11 ...	3	7	2	3	8	16	20				22		23
12	Поле №12 ...	2	7	2	3	8	16	20				22		23
13	Поле №13 ...	3	8	2	4	8	13	20				22		23
14	Поле №14 ...	3	7	2	4	8	13	20				22		23
15	Поле №15 ...	4	7	2	3	8	13	20				22		23
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Рисунок 5. Обучающая выборка (фрагмент)

Обучающая выборка по сути представляет собой нормализованные исходные данные, т.е. таблицу исходных данных (таблица 6), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 7 и 8).

Таким образом созданы все необходимые и достаточные условия для выполнения следующего этапа АСК-анализа: т.е. для синтеза и верификации моделей.

2.3.3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей (задача 2.3)

Синтез и верификация моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 6).

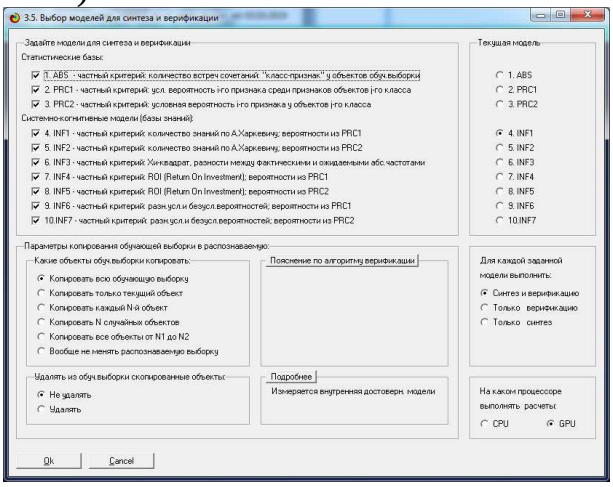


Рисунок 6. Экранная форма режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

Обратим внимание на то, что на рисунке 6 в правом нижнем углу окна задана опция: «Расчеты проводить на графическом процессор (GPU)».

Стадия процесса исполнения синтеза и верификации моделей и прогноз времени его окончания отображается на экранной форме (рисунок 7).

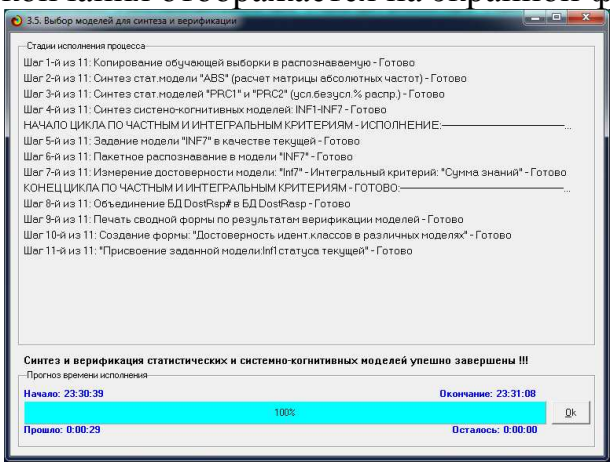


Рисунок 7. Экранная форма с отображением стадия процесса исполнения синтеза и верификации моделей и прогноза времени его окончания

Из рисунка 7 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 29 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможным обработку реальных текстов за разумное время.

Фрагменты самих созданных статистических и системно-когнитивных моделей (СК-модели) приведены на рисунках 8-10:

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. УРОЖАЙНО... 1.5 НИЗКАЯ	2. УРОЖАЙНО... 2/5 НИЖЕ СРЕДНЕЙ	3. УРОЖАЙНО... 3/5 СРЕДНЯЯ	4. УРОЖАЙНО... 4/5 ВЫШЕ СРЕДНЕЙ	5. УРОЖАЙНО... 5/5 ВЫСОКАЯ	6. КАЧЕСТВО 1/3 РЯДОВАЯ	7. КАЧЕСТВО 2/3 ЦЕННАЯ	8. КАЧЕСТВО 3/3 СИЛЬНАЯ	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернопропашной (ЗП)			1		1		2		4	0.50	0.76
2	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернотравяной пропашной (З...	2	46	98	50	19	13	134	68	430	53.75	45.07
3	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Вторая (1984-1993)	2	14	24	48	20	9	93	6	216	27.00	30.27
4	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Первая (1974-1983)		32	75	2		4	43	62	218	27.25	30.29
5	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние травы...			22	21		4	28	11	86	10.75	11.47
6	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние травы...											
7	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Колосовые (озимые и яровы...		14	9	10	10	1	26	16	86	10.75	8.33
8	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Поздние пропашные	2	32	68	18	10	8	81	41	260	32.50	29.11
9	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Без удобрений	1	12	4	2		7	12		38	4.75	5.04
10	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Высокая доза NPK		3	7	5	6		13	8	42	5.25	4.33
11	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Дробная средняя доза NP...		2	11	5	2		14	6	40	5.00	5.15
12	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Минимальная доза NPK		3	12	5	1		14	7	42	5.25	5.39
13	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Повышенная доза N + сре...		3	8	5	4		11	9	40	5.00	4.07
14	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NK		1	13	5	1		11	9	40	5.00	5.32
15	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NP		3	9	4	1		10	7	34	4.25	3.99
16	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK		2	12	4	2		13	7	40	5.00	5.15
17	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK + навоз...		2	8	7	2		12	7	38	4.75	4.37
18	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK под вед...		2	12	5	1		12	8	40	5.00	5.10
19	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза PK	1	13	3	3		6	14		40	5.00	5.61
20	СОРТА-Среднерослые интенсивные (100-119 см)	2	46	98	49	20	13	134	68	430	53.75	44.98
21	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-Вспашк...		14	31	32	10	5	55	27	174	21.75	18.03
22	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-Поверх...	2	32	68	18	10	8	81	41	260	32.50	29.11
23	НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА 1 Г...	2	46	99	50	19	13	135	68	432	54.00	45.47

Рисунок 8. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. УРОЖАЙНОС... 1.5 НИЗКАЯ	2. УРОЖАЙНОС... 2/5 НИЖЕ СРЕДНЕЙ	3. УРОЖАЙНОС... 3/5 СРЕДНЯЯ	4. УРОЖАЙНОС... 4/5 ВЫШЕ СРЕДНЕЙ	5. УРОЖАЙНОС... 5/5 ВЫСОКАЯ	6. КАЧЕСТВО 1/3 РЯДОВАЯ	7. КАЧЕСТВО 2/3 ЦЕННАЯ	8. КАЧЕСТВО 3/3 СИЛЬНАЯ	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернопропашной (ЗП)			0.034		0.632		0.175		0.841	0.105	0.221
2	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернотравяной пропашно...	0.003	0.003	-0.001	0.005	-0.016	0.003	-0.002	0.003	-0.003	0.000	0.007
3	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Вторая (1984-1993)	0.260	-0.185	-0.269	0.247	0.260	0.123	0.119	-0.648	-0.092	-0.012	0.328
4	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Первая (1974-1983)		0.121	0.154	-0.945		-0.184	-0.173	0.222	-0.805	-0.101	0.371
5	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние т...			0.043	0.283		0.164	0.015	-0.077	0.427	0.053	0.115
6	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние т...											
7	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Колосовые (озимые и яр...		0.160	-0.292	0.005	0.346	-0.355	-0.013	0.064	-0.086	-0.011	0.227
8	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Поздние пропашные	0.191	0.055	0.051	-0.189	-0.068	0.009	-0.002	0.002	0.049	0.006	0.108
9	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Без удобрений	0.651	0.408	-0.290	-0.292		0.679	0.003		1.160	0.145	0.388
10	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Высокая доза NPK		-0.148	-0.118	0.014	0.423		-0.004	0.072	0.238	0.030	0.174
11	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Дробная средняя доз...		-0.282	0.070	0.032	0.030		0.042	-0.017	-0.126	-0.016	0.111
12	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Минимальная доза NP...		-0.148	0.084	0.014	-0.248		0.024	0.022	-0.253	-0.032	0.109
13	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Повышенная доза N + ...		-0.130	-0.049	0.032	0.289		-0.048	0.135	0.228	0.028	0.130
14	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NK		-0.541	0.132	0.032	-0.230		-0.048	0.135	-0.520	-0.065	0.224
15	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NP		-0.069	0.055	0.009	-0.169		-0.023	0.101	-0.095	-0.012	0.081
16	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK		-0.282	0.102	-0.052	0.030		0.014	0.041	-0.147	-0.018	0.115
17	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK + н...		-0.263	-0.030	0.177	0.049		0.003	0.060	-0.004	0.000	0.124
18	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK под...		-0.282	0.102	0.032	-0.230		-0.016	0.091	-0.303	-0.038	0.142
19	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза PK	0.632	0.419	-0.416	-0.159		0.602	0.042		1.119	0.140	0.374
20	СОРТА-Среднерослые интенсивные (100-119 с...	0.003	0.003	-0.001	-0.003	0.003	0.003	-0.002	0.003	0.009	0.001	0.002
21	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-Вс...		-0.104	-0.093	0.176	0.082	-0.016	0.004	-0.004	0.045	0.006	0.090
22	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-По...	0.191	0.055	0.051	-0.189	-0.068	0.009	-0.002	0.002	0.049	0.006	0.108
23	НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА...	0.001	0.001	0.002	0.003	-0.018	0.001	-0.001	0.001	-0.010	-0.001	0.007

Рисунок 9. Матрица информативностей INF1 (фрагмент)

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

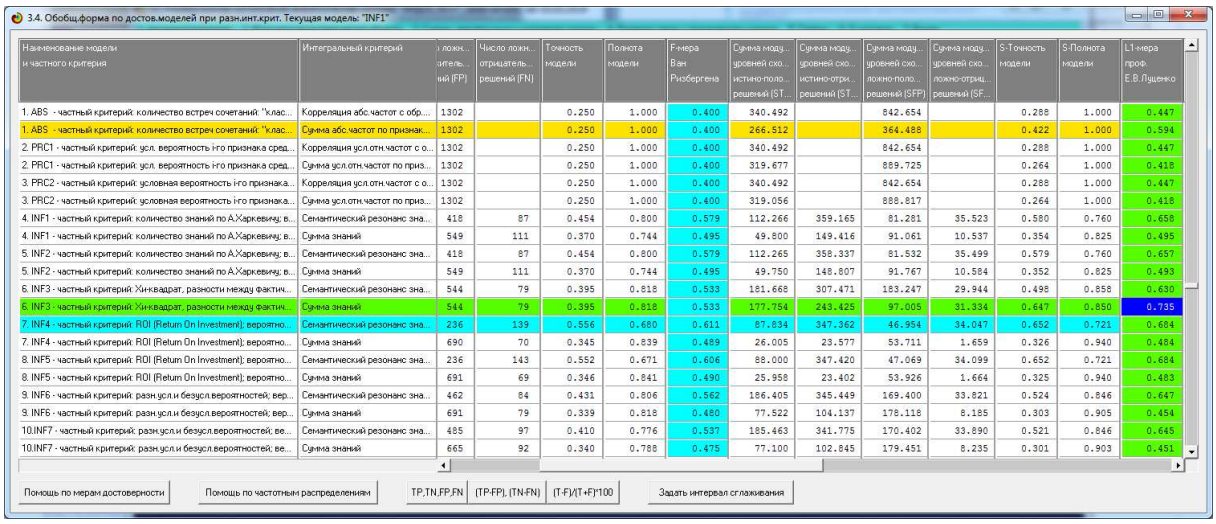
Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. УРОЖАЙНОС... 1.5 НИЗКАЯ	2. УРОЖАЙНОС... 2/5 НИЖЕ СРЕДНЕЙ	3. УРОЖАЙНОС... 3/5 СРЕДНЯЯ	4. УРОЖАЙНОС... 4/5 ВЫШЕ СРЕДНЕЙ	5. УРОЖАЙНОС... 5/5 ВЫСОКАЯ	6. КАЧЕСТВО 1/3 РЯДОВАЯ	7. КАЧЕСТВО 2/3 ЦЕННАЯ	8. КАЧЕСТВО 3/3 СИЛЬНАЯ	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернопропашной (ЗП)	-0.018	-0.425	0.087	-0.459	0.815	-0.120	0.748	-0.628			0.539
2	ВИД СЕВООБОРОТА-Зернотравяной пропашно...	0.015	0.334	-0.140	0.646	-0.855	0.094	-0.588	0.493			0.518
3	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Вторая (1984-1993)	1.003	-8.939	-25.298	23.208	10.026	2.517	25.393	-27.910	0.000	0.000	19.965
4	РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА-Первая (1974-1983)	-1.007	8.848	25.245	-23.021	-10.066	-2.543	-25.233	27.776	0.000	0.000	19.866
5	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние т...	-0.397	-9.133	2.372	11.129	-3.971	1.419	1.082	-2.501	0.000		5.834
6	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Бобовые многолетние т...											
7	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Колосовые (озимые и яр...	-0.397	4.867	-10.628	0.129	6.029	-1.581	-0.918	2.499	0.000		5.109
8	ПРЕДШЕСТВЕННИКИ-Поздние пропашные	0.799	4.388	8.660	-11.842	-2.005	0.197	-0.379	0.182	0.000		5.847
9	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Без удобрений	0.825	7.964	-4.673	-2.361	-1.755	5.859	0.106	-5.966	0.000		4.848
10	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Высокая доза NPK	-0.194	-1.460	-2.586	0.179	4.061	-1.261	-0.146	1.406	0.000		2.034
11	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Дробная средняя доз...	-0.185	-2.248	1.871	0.409	0.153	-1.201	1.480	-0.280	0.000		1.336
12	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Минимальная доза NP...	-0.194	-1.460	2.414	0.179	-0.939	-1.261	0.854	0.406			1.276
13	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Повышенная доза N + ...	-0.185	-1.248	-1.129	0.409	2.153	-1.201	-1.520	2.720			1.640
14	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NK	-0.185	-3.248	3.871	0.409	-0.847	-1.201	-1.520	2.720	0.000		2.318
15	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NP	-0.157	-0.611	1.240	0.098	-0.570	-1.020	-0.642	1.662			0.963
16	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK	-0.185	-2.248	2.871	-0.591	0.153	-1.201	0.480	0.720	0.000		1.507
17	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK + н...	-0.175	-2.036	-0.673	2.639	0.245	-1.141	0.106	1.034	0.000		1.416
18	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза NPK под...	-0.185	-2.248	2.871	0.409	-0.847	-1.201	-0.520	1.720	0.000		1.642
19	СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ-Средняя доза PK	0.815	8.752	-6.129	-1.591	-1.847	4.799	1.480	-6.280	0.000		5.147
20	СОРТА-Среднерослые интенсивные (100-119 с...	0.015	0.334	-0.140	-0.354	0.145	0.094	-0.588	0.493			0.354
21	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-Вс...	-0.803	-4.479	-8.712	12.029	1.966	-0.222	0.539	-0.317			5.923
22	ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ-По...	0.799	4.388	8.660	-11.842	-2.005	0.197	-0.379	0.182	0.000		5.847
23	НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА...	0.005	0.121	0.404	0.417	-0.947	0.034	-0.214	0.179			0.436

Рисунок 10. Модель INF3 (фрагмент)

2.3.4. Верификация статистических и системно-когнитивных моделей (задача 2.4)

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1- L2-мерам проф.Е.В.Луценко, смягчающие и преодолевающие недостатки F-меры [34].

В режиме 3.4 показана достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности. В данном случае по L1-мере наивысшую достоверность имеет модель INF3 (рисунок 11).



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

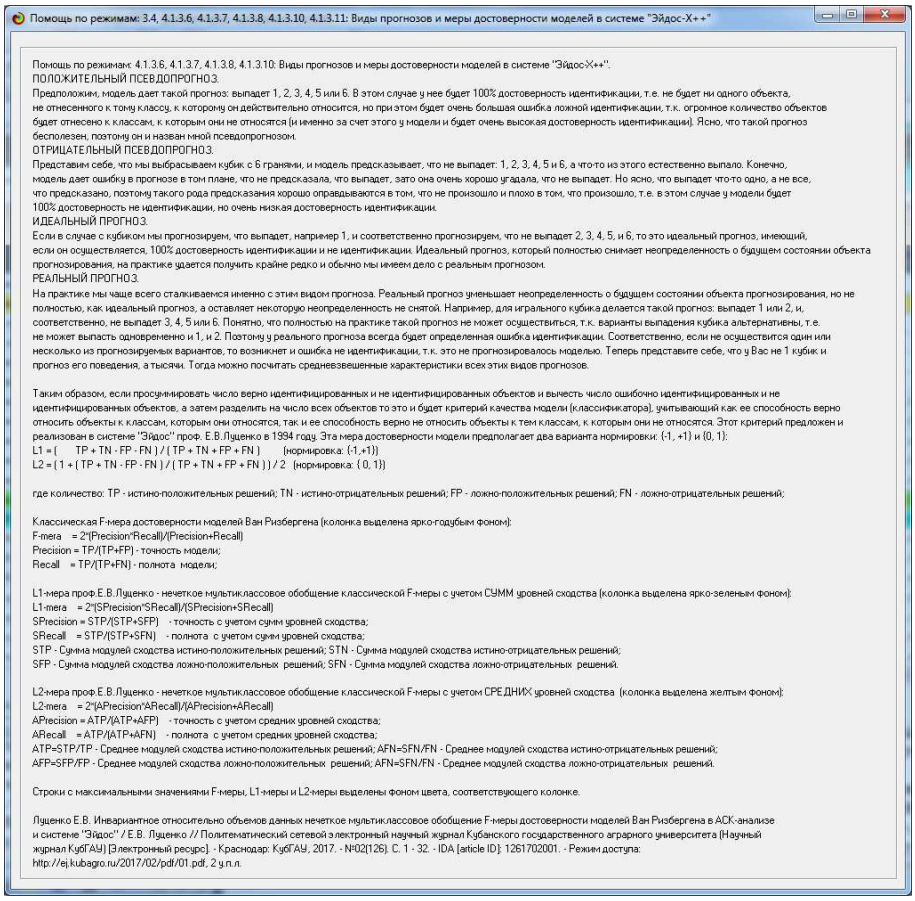
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Число ложн... отрицатель... решений (FP)	Число ложн... отрицатель... решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергена	Сумма моду... уровней схо... истинно-поло... решений (ST...	Сумма моду... уровней схо... истинно-отри... решений (ST...	Сумма моду... уровней схо... ложно-поло... решений (SFP)	Сумма моду... уровней схо... ложно-отриц... 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...	1302		0.250	1.000	0.400	340.492		842.654		0.288	1.000	0.447
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс.частот по признак...	1302		0.250	1.000	0.400	266.512		364.488		0.422	1.000	0.594
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	1302		0.250	1.000	0.400	340.492		842.654		0.288	1.000	0.447
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	1302		0.250	1.000	0.400	319.677		889.725		0.264	1.000	0.418
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	1302		0.250	1.000	0.400	340.492		842.654		0.288	1.000	0.447
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	1302		0.250	1.000	0.400	319.056		888.817		0.264	1.000	0.418
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	418	87	0.454	0.800	0.579	112.266	359.165	81.281	35.523	0.580	0.760	0.658
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	549	111	0.370	0.744	0.495	49.800	149.416	91.061	10.537	0.354	0.825	0.495
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	418	87	0.454	0.800	0.579	112.265	358.337	81.532	35.499	0.579	0.760	0.657
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	549	111	0.370	0.744	0.495	49.750	148.807	91.767	10.584	0.352	0.825	0.493
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	544	79	0.395	0.818	0.533	181.668	307.471	183.247	29.944	0.498	0.858	0.630
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	544	79	0.395	0.818	0.533	177.754	243.425	97.005	31.334	0.647	0.850	0.735
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	236	139	0.556	0.680	0.611	87.834	347.362	46.954	34.047	0.652	0.721	0.684
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	690	70	0.345	0.839	0.489	26.005	23.577	53.711	1.659	0.326	0.940	0.484
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	236	143	0.552	0.671	0.606	88.000	347.420	47.069	34.099	0.652	0.721	0.684
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	691	69	0.346	0.841	0.490	25.958	23.402	53.926	1.664	0.325	0.940	0.483
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	462	84	0.431	0.806	0.562	186.405	345.449	169.400	33.821	0.524	0.846	0.647
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	691	79	0.339	0.818	0.480	77.522	104.137	178.118	8.185	0.303	0.905	0.454
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	485	97	0.410	0.776	0.537	185.463	341.775	170.402	33.890	0.521	0.846	0.645
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	665	92	0.340	0.788	0.475	77.100	102.845	179.451	8.235	0.301	0.903	0.451

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

Из рисунка 11 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по критерию L1 наиболее достоверной (L1=0,735 при максимуме 1) является модель INF3 с интегральным критерием «сумма знаний», что является неплохим показателем для данной предметной области [34].

Эту модель (в соответствии с рисунком 2) мы и примем для решения задач прогнозирования, принятия решений по рациональному выбору агротехнологий и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

На рисунке 12 приведены частотные распределения числа истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по результатам прогнозирования количественных и качественных результатов выращивания пшеницы на 217 полях обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3:



Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10, 4.1.3.11: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++"

Помощь по режимам: 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++".
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
Предположим, модель дает такой прогноз: выпадет 1, 2, 3, 4, 5 или 6. В этом случае у нее будет 100% достоверность идентификации, т.е. не будет ни одного объекта, не отнесенного к тому классу, к которому он действительно относится, но при этом будет очень большая ошибка ложной идентификации, т.к. огромное количество объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся (и именно за счет этого у модели и будет очень высокая достоверность идентификации). Ясно, что такой прогноз бесполезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.
ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что не выпадет: 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а что-то из этого естественно выпало. Конечно, модель дает ошибку в прогнозе в том плане, что не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо угадала, что не выпадет. Но ясно, что выпадет что-то одно, а не все, что предсказано, поэтому такого рода предсказания хорошо оправдываются в том, что не произошло и плохо в том, что произошло, т.е. в этом случае у модели будет 100% достоверность не идентификации, но очень низкая достоверность идентификации.
ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.
Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, 3, 4, 5, и 6, то это идеальный прогноз, имеющий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью снимает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно мы имеем дело с реальным прогнозом.
РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.
На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью. Теперь представите себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики всех этих видов прогнозов.

Таким образом, если просуммировать число верно идентифицированных и не идентифицированных объектов и вычесть число ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов, а затем разделить на число всех объектов то это и будет критерий качества модели (классификатора), учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Этот критерий предложен и реализован в системе "Эйдос" проф. Е.В.Луценко в 1994 году. Эта мера достоверности модели предполагает два варианта нормировки: {-1, +1} и {0, 1}:
L1 = (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN) (нормировка: {-1,+1})
L2 = (1 + (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN)) / 2 (нормировка: { 0, 1})

где количество: TP - истино-положительных решений; TN - истино-отрицательных решений; FP - ложно-положительных решений; FN - ложно-отрицательных решений;

Классическая F-мера достоверности моделей Ван Ризбергена (колонка выделена ярко-годубым фоном):
F-mera = 2*(Precision*Recall)/(Precision+Recall)
Precision = TP/(TP+FP) - точность модели;
Recall = TP/(TP+FN) - полнота модели;

L1-мера проф.Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СУММ уровней сходства (колонка выделена ярко-зеленым фоном):
L1-mera = 2*(SPrecision*SRecall)/(SPrecision+SRecall)
SPrecision = STP/(STP+SFP) - точность с учетом сумм уровней сходства;
SRecall = STP/(STP+SFN) - полнота с учетом сумм уровней сходства;
STP - Сумма модулей сходства истино-положительных решений; STN - Сумма модулей сходства истино-отрицательных решений;
SFP - Сумма модулей сходства ложно-положительных решений; SFN - Сумма модулей сходства ложно-отрицательных решений.

L2-мера проф.Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):
L2-mera = 2*(APrecision*ARecall)/(APrecision+ARecall)
APrecision = ATP/(ATP+AFP) - точность с учетом средних уровней сходства;
ARecall = ATP/(ATP+AFN) - полнота с учетом средних уровней сходства;
ATP=STP/TP - Среднее модулей сходства истино-положительных решений; AFN=SFN/FN - Среднее модулей сходства истино-отрицательных решений;
AFP=SFP/FP - Среднее модулей сходства ложно-положительных решений; AFN=SFN/FN - Среднее модулей сходства ложно-отрицательных решений.

Строки с максимальными значениями F-меры, L1-меры и L2-меры выделены фоном цвета, соответствующего колонке.

Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе "Эйдос" / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - №02(126). С. 1 - 32. - IDA [article ID]: 1261702001. - Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf, 2 у.п.л.

Рисунок 11. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф.Е.В.Луценко [34]

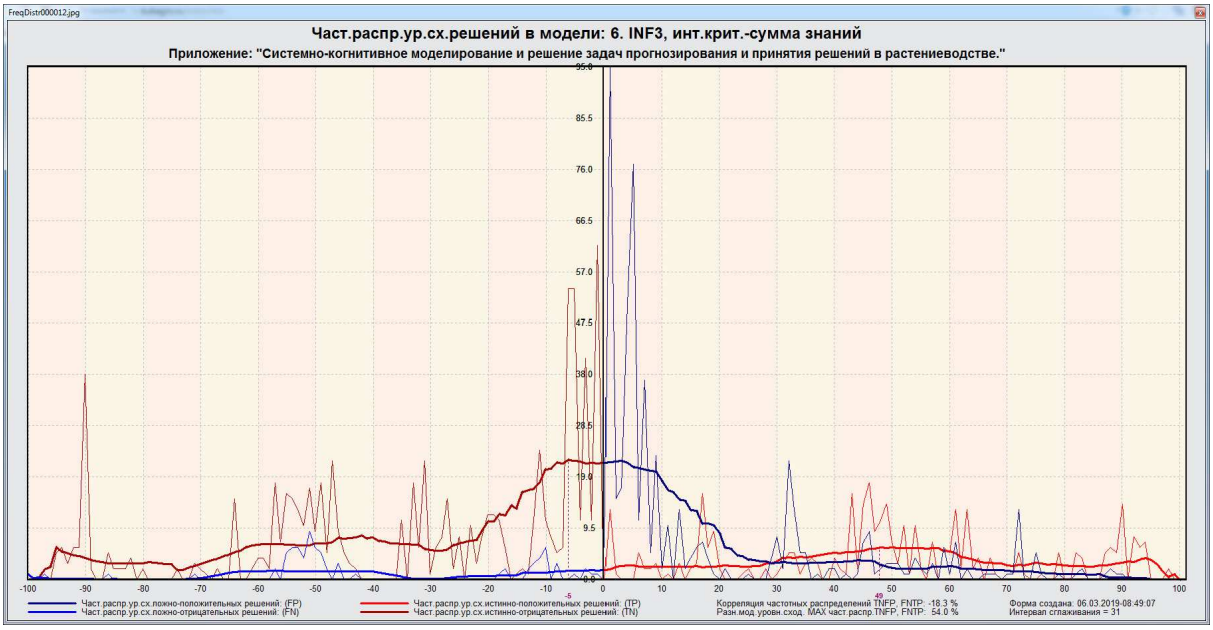


Рисунок 12. Частотные распределения числа истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по результатам прогнозирования количественных и качественных результатов выращивания пшеницы на 217 полях обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3

Из частотных распределений истинных и ложных положительных и отрицательных решений, приведённых на рисунке 12, видно, что:

1. Для отрицательных решений количество истинных решений всегда значительно превосходит количество ложных решений, причем при уровнях различия больше 75% ложные отрицательные решения вообще не встречаются.

2. Для положительных решений картина более сложная и включает 3 диапазона уровней сходства:

- при низких уровнях сходства от 0% до примерно 30% количество ложных решений в больше числа истинных;
- при средних уровнях сходства от 30% до 95% количество истинных решений в основном больше числа ложных;
- при высоких уровнях сходства выше 95% ложные решения вообще не встречаются.

Отметим, что эти частотные распределения напоминают два нормальных распределения, сдвинутых относительно друг друга.

1-е нормальное распределение состоит из частотных распределений истинно-отрицательных и ложно-положительных решений (сдвинуто влево, центр в районе уровня сходства (точнее уровня различия): около -5%);

2-е нормальное распределение состоит из частотных распределений ложноотрицательных и истинно-положительных решений (сдвинуто вправо, центр в районе уровня сходства +49%).

Наличие заметного сдвига между этими двумя нормальными распределениями (54%) и антикорреляция между ними (-18.3%) делает возможным решение различных задач в данной модели.

Все эти результаты вполне разумны.

2.3.5. Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей (задача 2.5)

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос» (рисунок 2), присвоим наиболее достоверной СК-модели INF3 статус текущей модели. Для это запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 13):

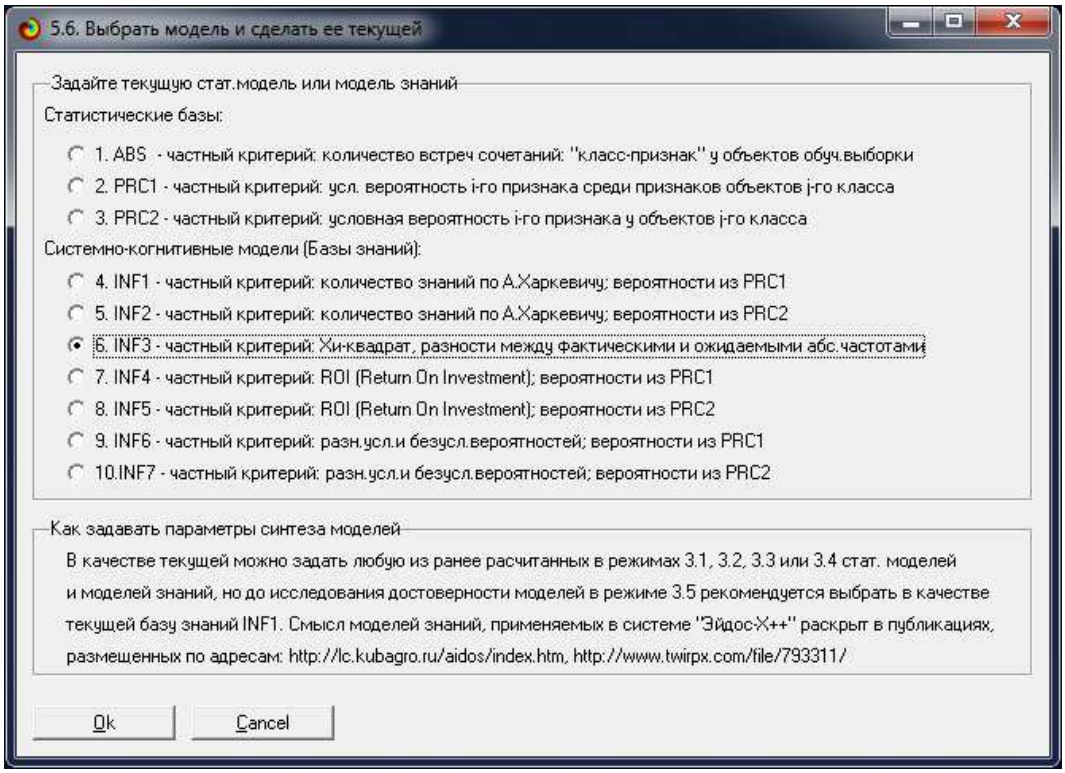


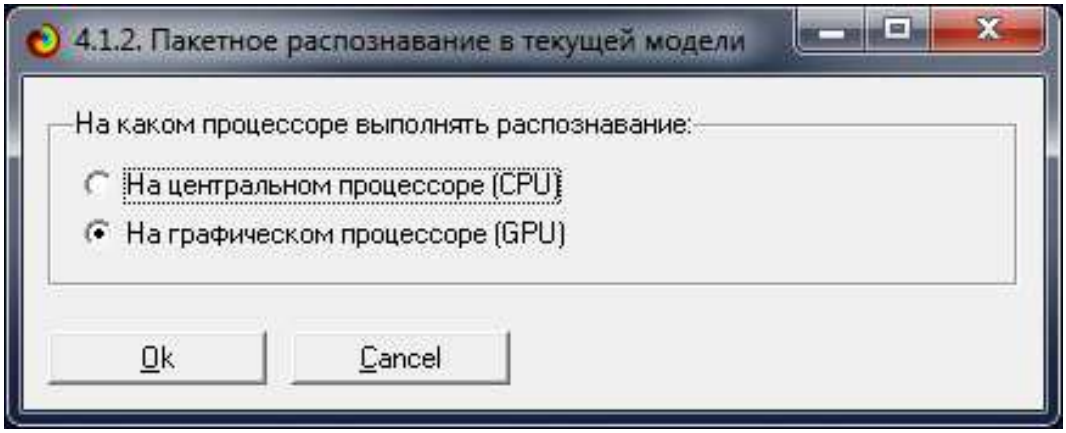
Рисунок 13. Экранная формы придания СК-модели Inf3 статуса текущей

3. Результаты и обсуждение (Results and discussion)

3.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация) (задача 2.6.1)

3.1.1. Верификация моделей путем распознавания обучающей выборки

Решим задачу идентификации обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU. Для этого запустим режим 4.1.2 (рисунок 14):



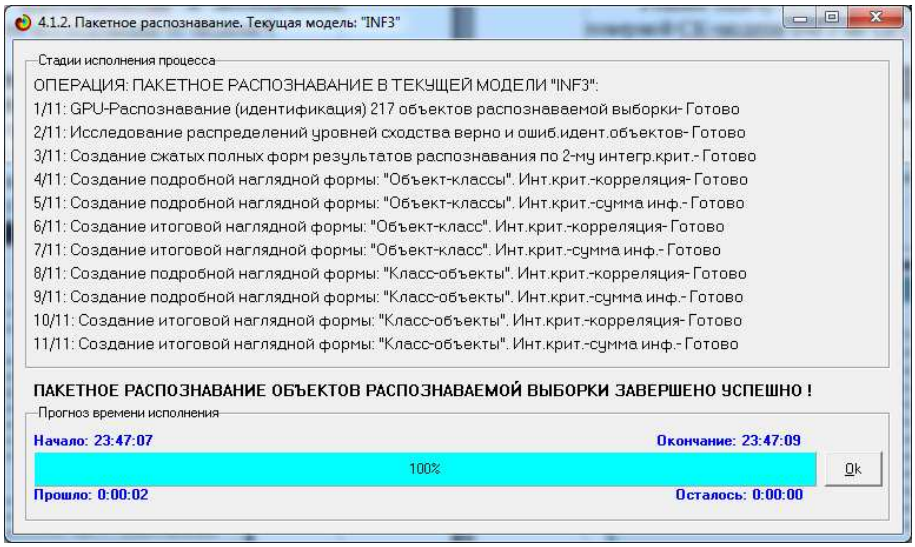
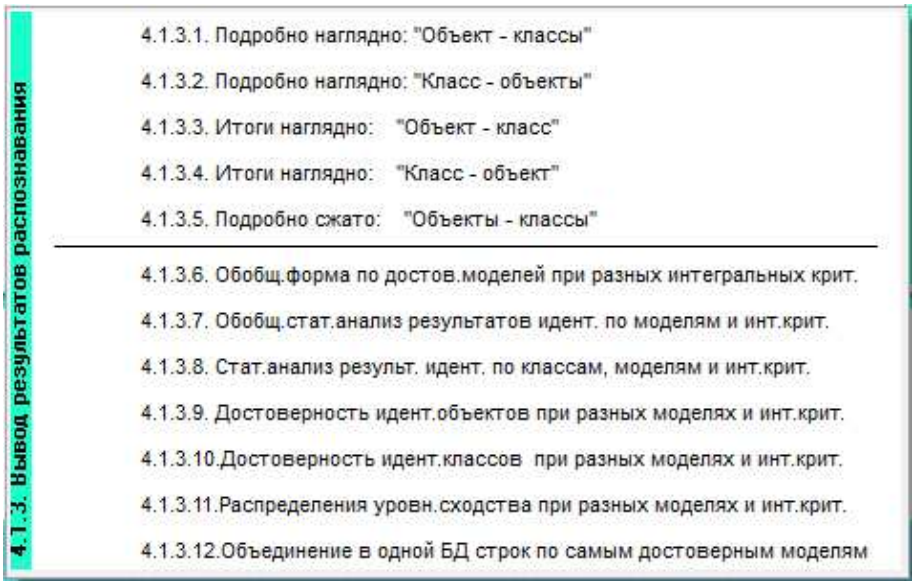


Рисунок 14. Экранная форма отображения процесса решения задачи идентификации в наиболее достоверной модели

Видно, что прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания пшеницы на 217 полях обучающей выборки в ранее созданных моделях заняла 2 секунды. Отметим, что 99,999% этого времени заняла не сама идентификация на GPU, а создание 10 выходных форм на основе результатов этой идентификации. Эти формы отражают результаты идентификации в различных разрезах и обобщениях:



Приведем две из этих 10 форм: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 15):

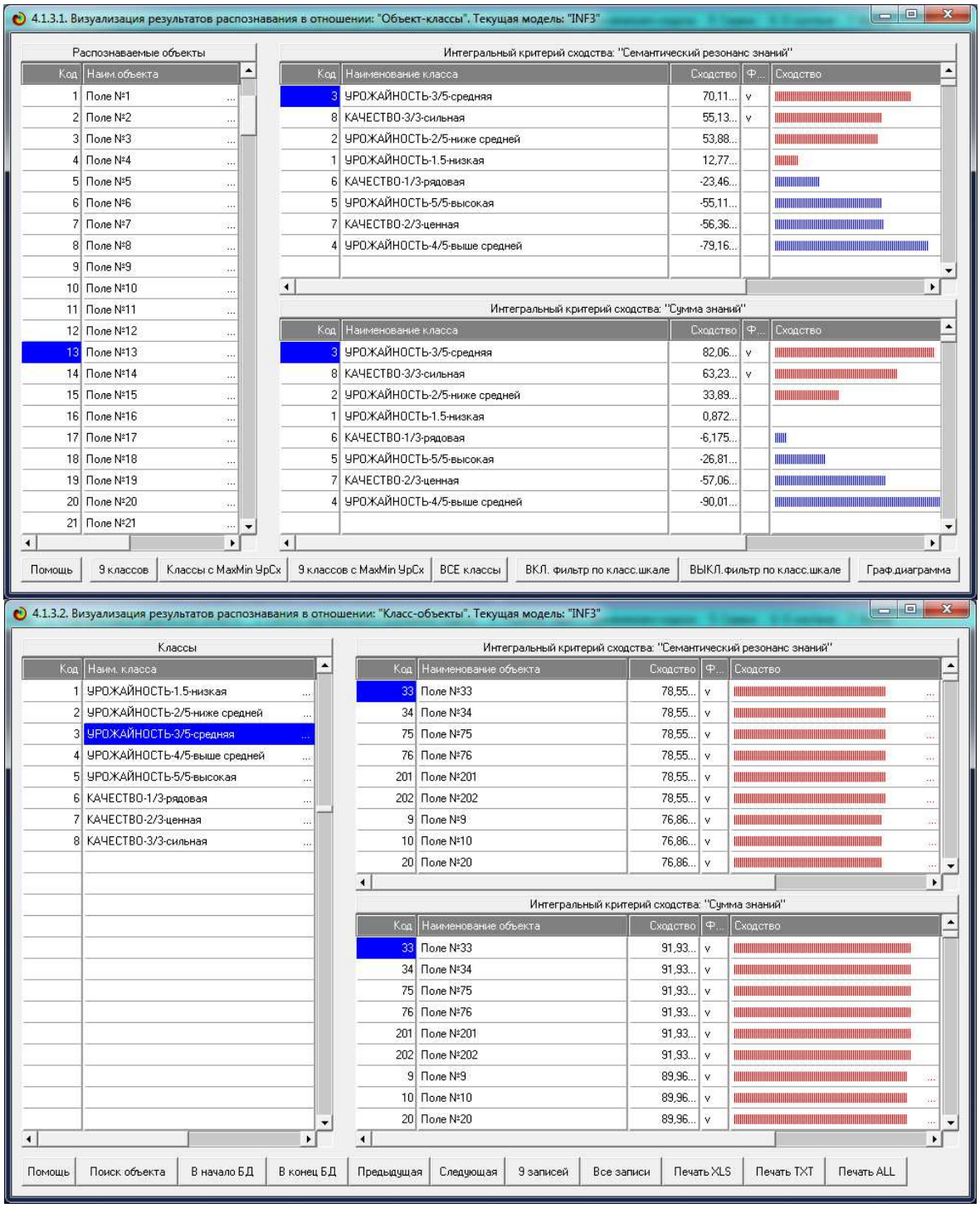


Рисунок 15. Выходные формы по результатам прогнозирования количественных и качественных результатов выращивания пшеницы

Символ «√» стоит против тех результатов прогнозирования, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 15 видно, что результаты прогнозирования количественных и качественных результатов выращивания пшеницы являются очень хорошими и полностью соответствуют экспертным оценкам, основанным на фактах, интуиции, опыте и профессиональной компетенции.

3.1.2. Прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания пшеницы, на основе данных, не использовавшихся при синтезе и верификации моделей

Возникает вопрос о том, как осуществить прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания пшеницы, на основе ранее созданных СК-моделей и новых данных, не использовавшихся при синтезе и верификации моделей. Для этого необходимо:

- сделать описания полей для прогнозирования в такой же Excel-форме, как приведенная в таблице 6, но с незаполненными колонками классификационных шкал (в нашем примере это 2-я и 3-я колонки);

- записать Excel-файл с описаниями полей для прогнозирования с именем в папку: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\Inp_rasp.xls (в данной работе мы для прогнозирования использовали данные обучающей выборки);

- запустить режим 2.3.2.2 с опциями, приведенными на рисунке 16. Обратим внимание на то, что в отличие опций, приведенных на рисунке 3, здесь задан режим: «Генерация распознаваемой выборки», а не «Формализация предметной области».

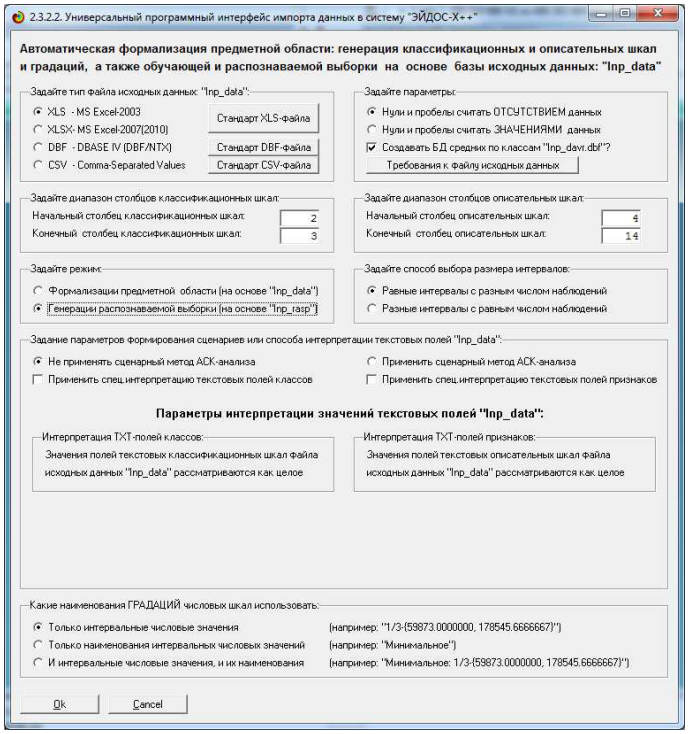


Рисунок 16. Экранная форма программного интерфейса 2.3.2.2 с опциями для ввода описаний полей для прогнозирования в систему

Затем после ввода описаний полей для прогнозирования в распознаваемую выборку необходимо запустить режим пакетного распознавания (прогнозирования) 4.1.2 (рисунок 17):

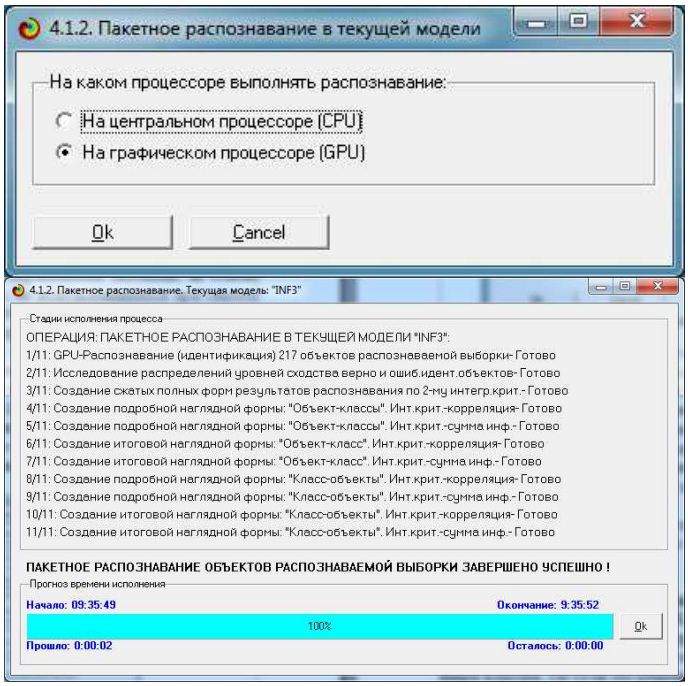


Рисунок 17. Экранные формы режима режим пакетного распознавания (прогнозирования) 4.1.2

Результаты прогнозирования количественных и качественных результатов выращивания пшеницы для одного поля приведены на рисунке 18, для всех полей на рисунке 19:

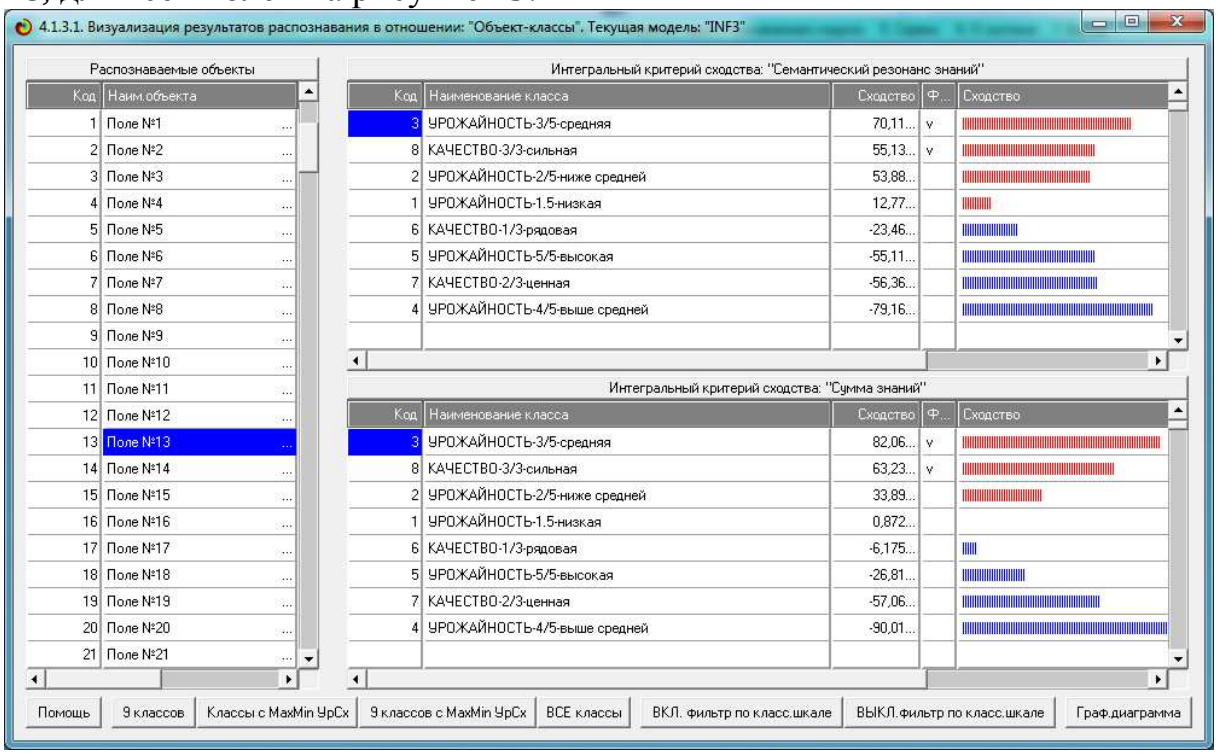
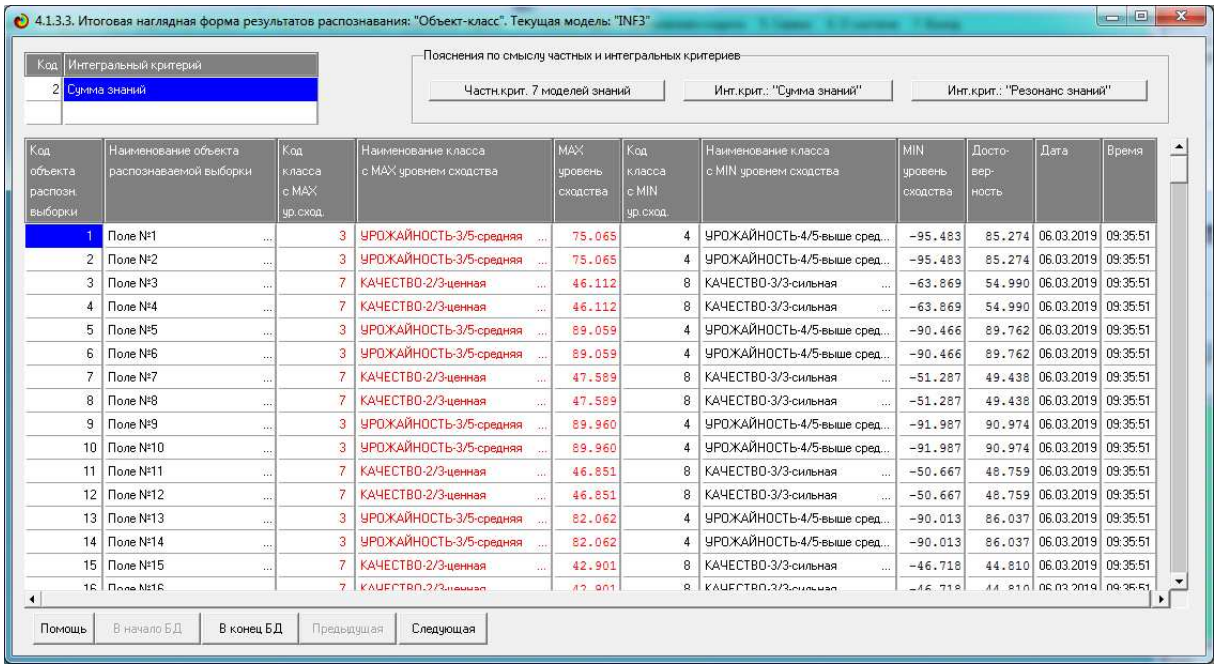


Рисунок 18. Экранная форма с результатами прогнозирования результатов выращивания пшеницы для одного поля



Код объекта распозн. выборки	Наименование объекта распознаваемой выборки	Код класса с MAX ур.сход.	Наименование класса с MAX уровнем сходства	MAX уровень сходства	Код класса с MIN ур.сход.	Наименование класса с MIN уровнем сходства	MIN уровень сходства	Досто-вер-ность	Дата	Время
1	Поле №1	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	75.065	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-95.483	85.274	06.03.2019	09:35:51
2	Поле №2	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	75.065	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-95.483	85.274	06.03.2019	09:35:51
3	Поле №3	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	46.112	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-63.869	54.990	06.03.2019	09:35:51
4	Поле №4	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	46.112	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-63.869	54.990	06.03.2019	09:35:51
5	Поле №5	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	89.059	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-90.466	89.762	06.03.2019	09:35:51
6	Поле №6	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	89.059	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-90.466	89.762	06.03.2019	09:35:51
7	Поле №7	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	47.589	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-51.287	49.438	06.03.2019	09:35:51
8	Поле №8	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	47.589	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-51.287	49.438	06.03.2019	09:35:51
9	Поле №9	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	89.960	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-91.987	90.974	06.03.2019	09:35:51
10	Поле №10	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	89.960	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-91.987	90.974	06.03.2019	09:35:51
11	Поле №11	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	46.851	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-50.667	48.759	06.03.2019	09:35:51
12	Поле №12	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	46.851	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-50.667	48.759	06.03.2019	09:35:51
13	Поле №13	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	82.062	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-90.013	86.037	06.03.2019	09:35:51
14	Поле №14	3	УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-средняя	82.062	4	УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-выше сред...	-90.013	86.037	06.03.2019	09:35:51
15	Поле №15	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	42.901	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-46.718	44.810	06.03.2019	09:35:51
16	Поле №16	7	КАЧЕСТВО-2/3-ценная	42.901	8	КАЧЕСТВО-3/3-сильная	-46.718	44.810	06.03.2019	09:35:51

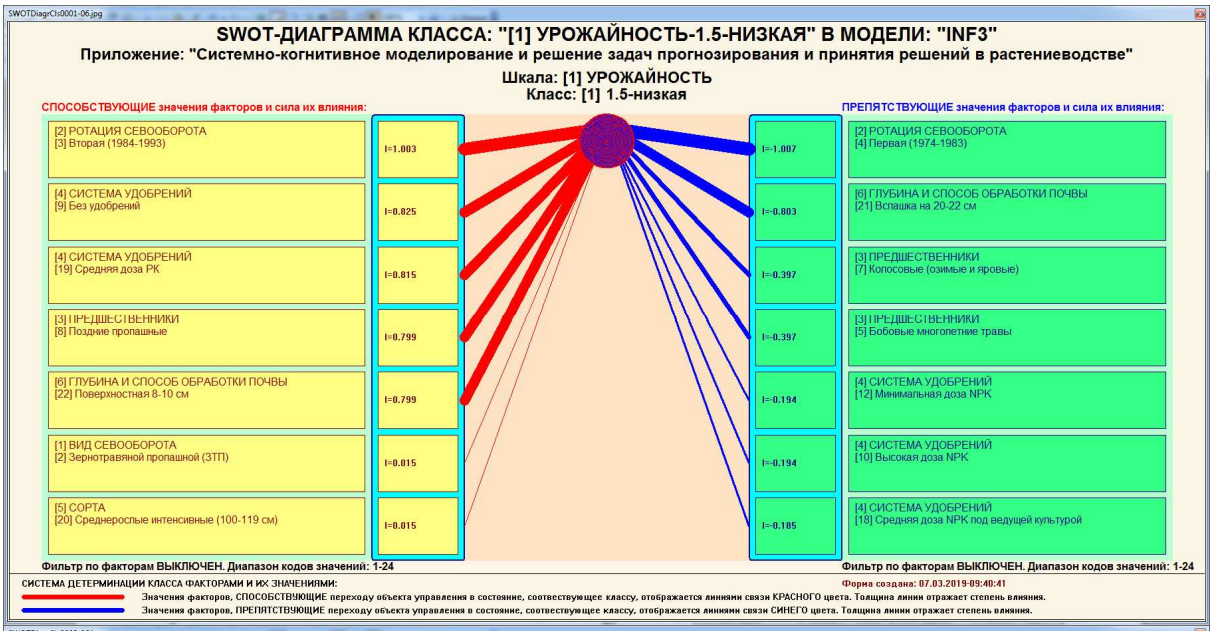
Рисунок 19. Экранная форма с результатами прогнозирования результатов выращивания пшеницы для всех полей

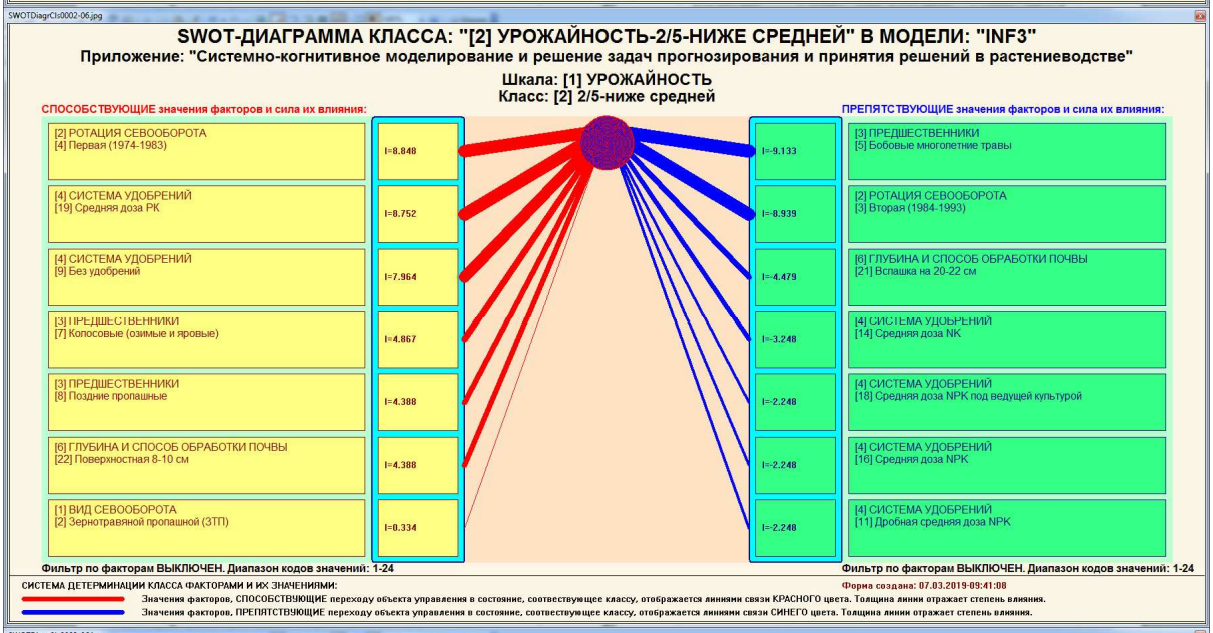
В режиме 2.3.4, на рисунках 11, 12 и в пояснении к ним приведены критерии для уровня сходства, при которых по данным распознавания обучающей выборки наблюдается различное соотношение числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений. В частности мы видели, что при уровнях сходства выше 30% истинных решений больше, чем ложных, а при уровнях сходства выше 95% ложных решений вообще не встречается. Это и дает возможность какие результаты прогнозирования, в частности приведенные в формах на рисунках 18 и 19 принимать во внимание, а какие более правильно будет игнорировать.

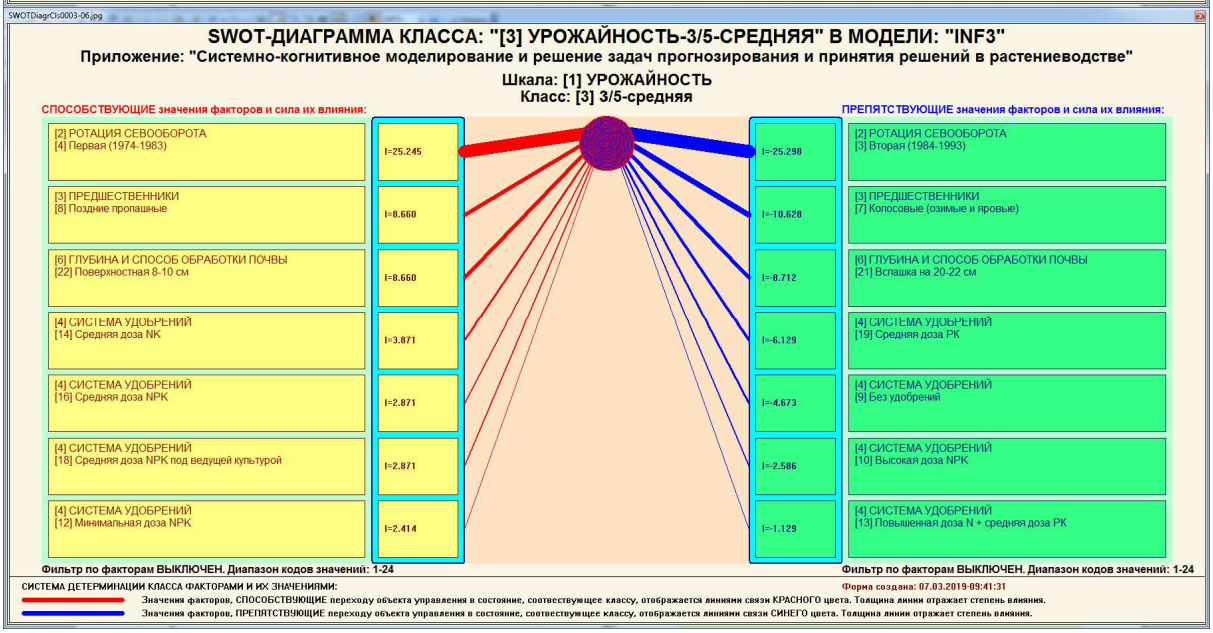
Таким образом, на основе изложенного у нас есть все основания мы можем обоснованно сделать следующие **вывод** о том, что метод АСК-анализа и его программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает интеллектуальная система «Эйдос», ***обеспечивают решение задачи прогнозирования количественных и качественных результатов выращивания пшеницы***.

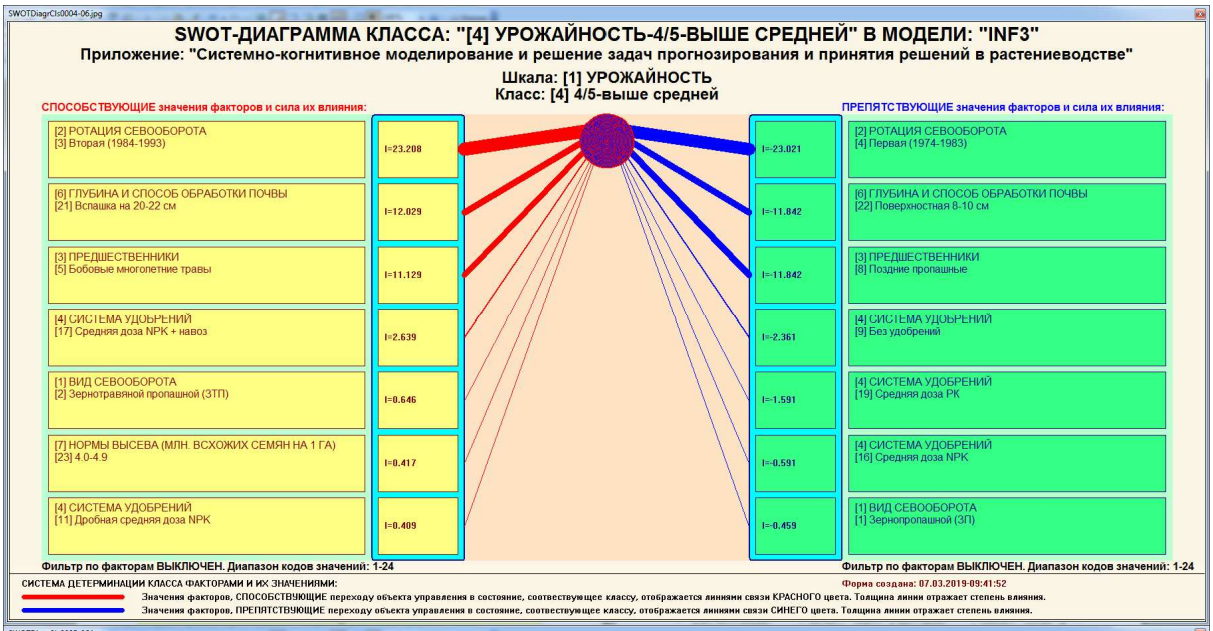
3.2. Упрощенное решение задачи поддержки принятия решений (задача 2.6.2)

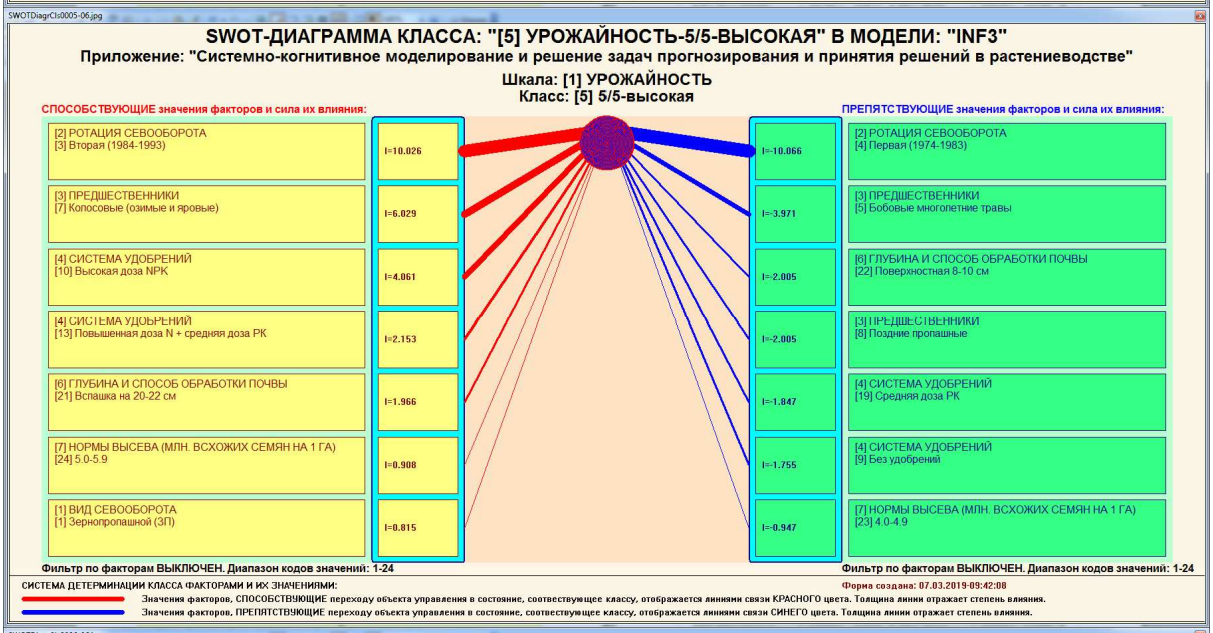
При принятии решений определяется сила и направления влияния факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам. По сути это решение задачи SWOT-анализа [35]. В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом выявляется система детерминации заданного класса, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу (рисунки 20):

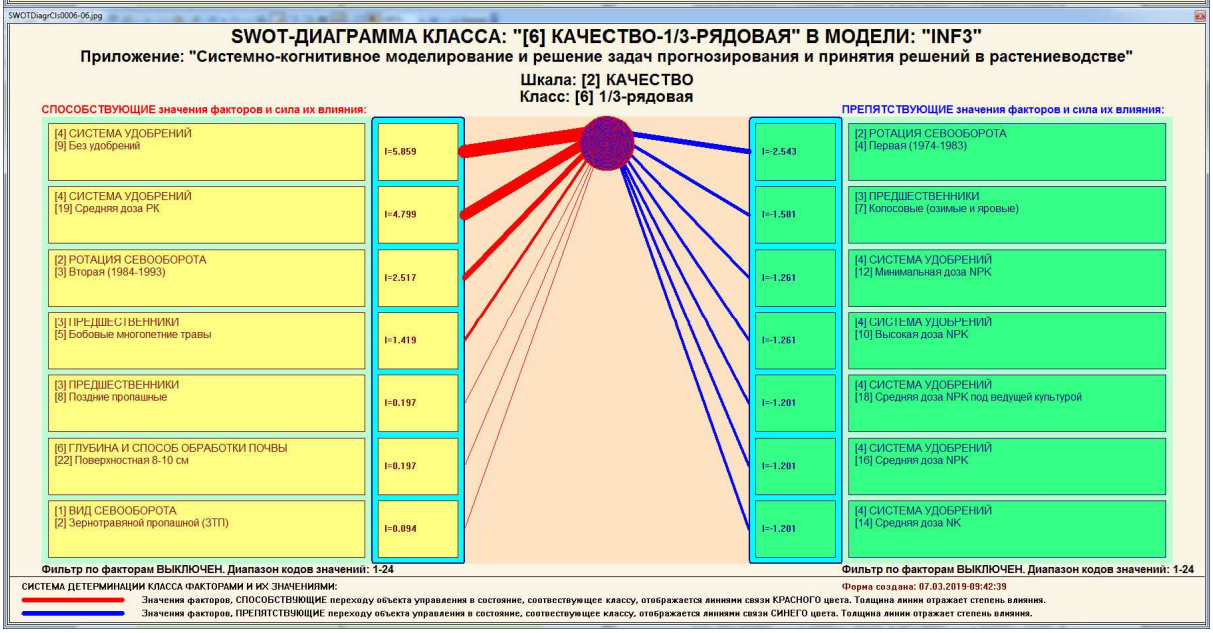

SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА: "[1] УРОЖАЙНОСТЬ-1.5-НИЗКАЯ" В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "Системно-когнитивное моделирование и решение задач прогнозирования и принятия решений в растениеводстве"
Шкала: [1] УРОЖАЙНОСТЬ
Класс: [1] 1.5-низкая
СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
[2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [3] Вторая (1984-1993) I=1.003
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [9] Без удобрений I=0.825
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [19] Средняя доза PK I=0.815
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [8] Поздние пропашные I=0.799
[6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [22] Поверхностная 8-10 см I=0.799
[1] ВИД СЕВООБОРОТА [2] Зернотравяной пропашной (ЗТП) I=0.015
[5] СОРТА [20] Среднерослые интенсивные (100-119 см) I=0.015
ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
I=-1.007 [2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [4] Первая (1974-1983)
I=-0.803 [6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [21] Вспашка на 20-22 см
I=-0.397 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [7] Колосовые (озимые и яровые)
I=-0.397 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [5] Бобовые многолетние травы
I=-0.194 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [12] Минимальная доза NPK
I=-0.194 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [10] Высокая доза NPK
I=-0.185 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [18] Средняя доза NPK под ведущей культурой
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:
Форма создана: 07.03.2019-09:40:41
Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.


SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА: "[2] УРОЖАЙНОСТЬ-2/5-НИЖЕ СРЕДНЕЙ" В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "Системно-когнитивное моделирование и решение задач прогнозирования и принятия решений в растениеводстве"
Шкала: [1] УРОЖАЙНОСТЬ
Класс: [2] 2/5-ниже средней
СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
[2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [4] Первая (1974-1983) I=8.848
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [19] Средняя доза PK I=8.752
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [9] Без удобрений I=7.964
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [7] Колосовые (озимые и яровые) I=4.867
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [8] Поздние пропашные I=4.388
[6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [22] Поверхностная 8-10 см I=4.388
[1] ВИД СЕВООБОРОТА [2] Зернотравяной пропашной (ЗТП) I=0.334
ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
I=-9.133 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [5] Бобовые многолетние травы
I=-8.939 [2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [3] Вторая (1984-1993)
I=-4.479 [6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [21] Вспашка на 20-22 см
I=-3.248 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [14] Средняя доза NK
I=-2.248 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [18] Средняя доза NPK под ведущей культурой
I=-2.248 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [16] Средняя доза NPK
I=-2.248 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [11] Дробная средняя доза NPK
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:
Форма создана: 07.03.2019-09:41:08
Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.


SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА: "[3] УРОЖАЙНОСТЬ-3/5-СРЕДНЯЯ" В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "Системно-когнитивное моделирование и решение задач прогнозирования и принятия решений в растениеводстве"
Шкала: [1] УРОЖАЙНОСТЬ
Класс: [3] 3/5-средняя
СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
[2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [4] Первая (1974-1983) I=25.245
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [8] Поздние пропашные I=8.660
[6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [22] Поверхностная 8-10 см I=8.660
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [14] Средняя доза NK I=3.871
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [16] Средняя доза NPK I=2.871
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [18] Средняя доза NPK под ведущей культурой I=2.871
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [12] Минимальная доза NPK I=2.414
ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
I=-25.298 [2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [3] Вторая (1984-1993)
I=-10.628 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [7] Колосовые (озимые и яровые)
I=-8.712 [6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [21] Вспашка на 20-22 см
I=-6.129 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [19] Средняя доза PK
I=-4.673 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [9] Без удобрений
I=-2.586 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [10] Высокая доза NPK
I=-1.129 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [13] Повышенная доза N + средняя доза PK
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:
Форма создана: 07.03.2019-09:41:31
Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.


SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА: "[4] УРОЖАЙНОСТЬ-4/5-ВЫШЕ СРЕДНЕЙ" В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "Системно-когнитивное моделирование и решение задач прогнозирования и принятия решений в растениеводстве"
Шкала: [1] УРОЖАЙНОСТЬ
Класс: [4] 4/5-выше средней
СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
[2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [3] Вторая (1984-1993) I=23.208
[6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [21] Вспашка на 20-22 см I=12.029
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [5] Бобовые многолетние травы I=11.129
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [17] Средняя доза NPK + навоз I=2.639
[1] ВИД СЕВООБОРОТА [2] Зернотравяной пропашной (ЗТП) I=0.646
[7] НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА 1 ГА) [23] 4.0-4.9 I=0.417
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [11] Дробная средняя доза NPK I=0.409
ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
I=-23.021 [2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [4] Первая (1974-1983)
I=-11.842 [6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [22] Поверхностная 8-10 см
I=-11.842 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [8] Поздние пропашные
I=-2.361 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [9] Без удобрений
I=-1.591 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [19] Средняя доза PK
I=-0.591 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [16] Средняя доза NPK
I=-0.459 [1] ВИД СЕВООБОРОТА [1] Зернопропашной (ЗП)
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:
Форма создана: 07.03.2019-09:41:52
Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.


SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА: "[5] УРОЖАЙНОСТЬ-5/5-ВЫСОКАЯ" В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "Системно-когнитивное моделирование и решение задач прогнозирования и принятия решений в растениеводстве"
Шкала: [1] УРОЖАЙНОСТЬ
Класс: [5] 5/5-высокая
СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
[2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [3] Вторая (1984-1993) I=10.026
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [7] Колосовые (озимые и яровые) I=6.029
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [10] Высокая доза NPK I=4.061
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [13] Повышенная доза N + средняя доза PK I=2.153
[6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [21] Вспашка на 20-22 см I=1.966
[7] НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА 1 ГА) [24] 5.0-5.9 I=0.908
[1] ВИД СЕВООБОРОТА [1] Зернопропашной (ЗП) I=0.815
ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
I=-10.066 [2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [4] Первая (1974-1983)
I=-3.971 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [5] Бобовые многолетние травы
I=-2.005 [6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [22] Поверхностная 8-10 см
I=-2.005 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [8] Поздние пропашные
I=-1.847 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [19] Средняя доза PK
I=-1.755 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [9] Без удобрений
I=-0.947 [7] НОРМЫ ВЫСЕВА (МЛН. ВСХОЖИХ СЕМЯН НА 1 ГА) [23] 4.0-4.9
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:
Форма создана: 07.03.2019-09:42:08
Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.


SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА: "[6] КАЧЕСТВО-1/3-РЯДОВАЯ" В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "Системно-когнитивное моделирование и решение задач прогнозирования и принятия решений в растениеводстве"
Шкала: [2] КАЧЕСТВО
Класс: [6] 1/3-рядовая
СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [9] Без удобрений I=5.859
[4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [19] Средняя доза PK I=4.799
[2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [3] Вторая (1984-1993) I=2.517
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [5] Бобовые многолетние травы I=1.419
[3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [8] Поздние пропашные I=0.197
[6] ГЛУБИНА И СПОСОБ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ [22] Поверхностная 8-10 см I=0.197
[1] ВИД СЕВООБОРОТА [2] Зернотравяной пропашной (ЗТП) I=0.094
ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:
I=-2.543 [2] РОТАЦИЯ СЕВООБОРОТА [4] Первая (1974-1983)
I=-1.581 [3] ПРЕДШЕСТВЕННИКИ [7] Колосовые (озимые и яровые)
I=-1.261 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [12] Минимальная доза NPK
I=-1.261 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [10] Высокая доза NPK
I=-1.201 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [18] Средняя доза NPK под ведущей культурой
I=-1.201 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [16] Средняя доза NPK
I=-1.201 [4] СИСТЕМА УДОБРЕНИЙ [14] Средняя доза NK
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
Фильтр по факторам ВЫКЛЮЧЕН. Диапазон кодов значений: 1-24
СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:
Форма создана: 07.03.2019-09:42:39
Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соотвествующее классу, отображается линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.

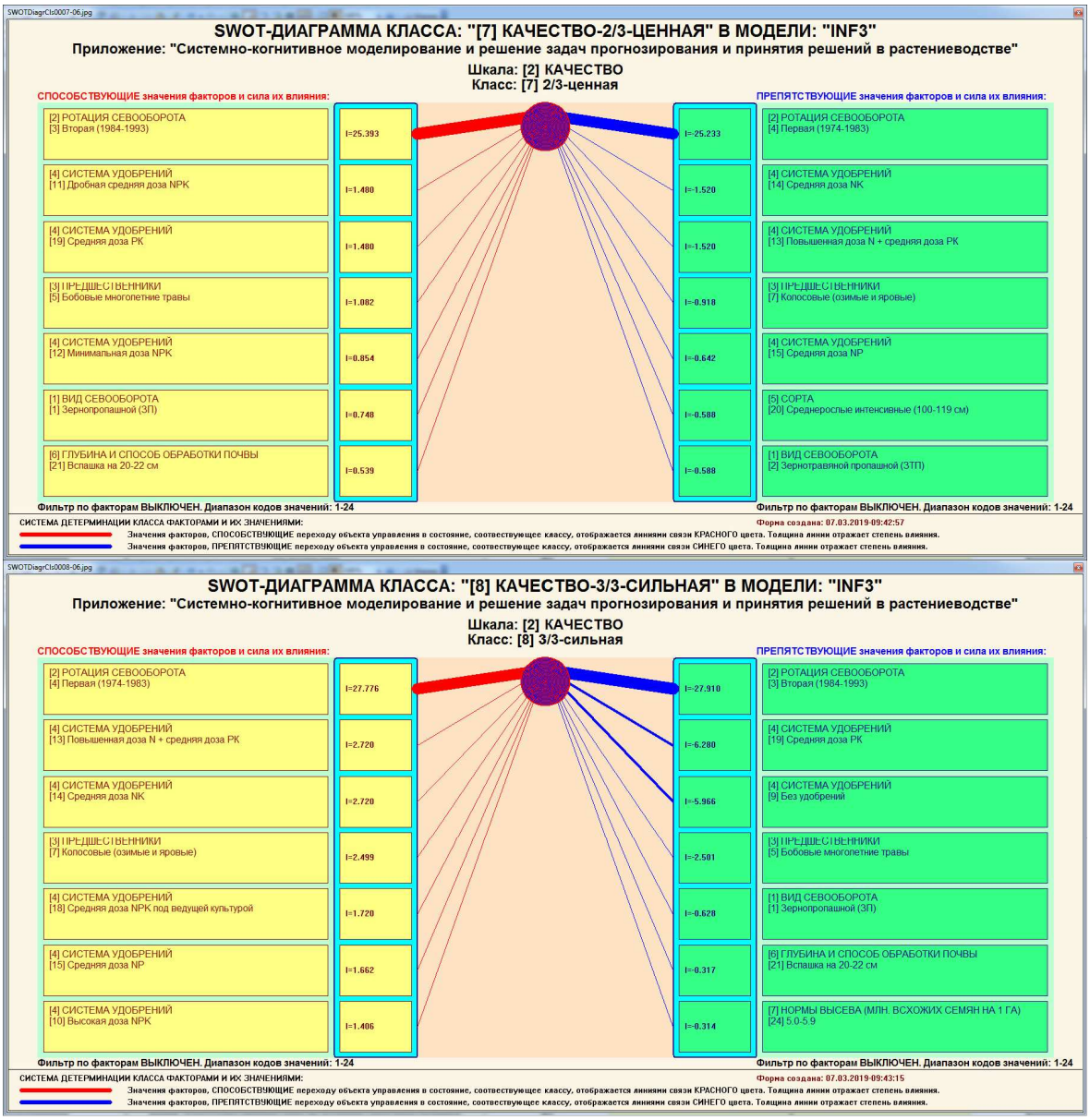
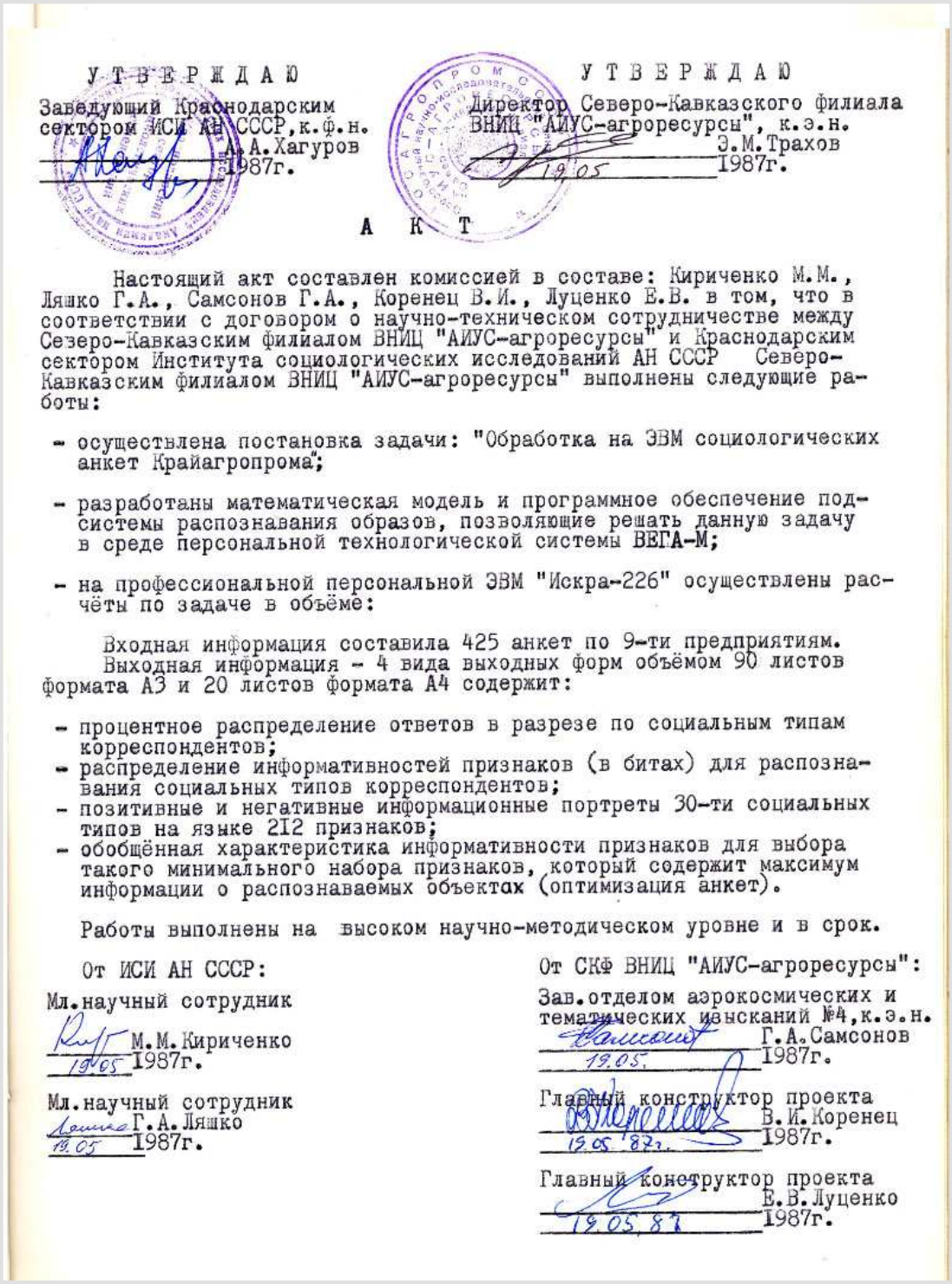


Рисунок 20. SWOT-диаграммы, отражающие систему детерминации различных результатов выращивания пшеницы

Выходные формы, приведенные на рисунках 20, как говорят «интуитивно понятны», т.е. не требуют особых комментариев. Отметим лишь, что информация быть приведена не только в приведенных, но и во многих других табличных и графических формах, которые в данной работе не приводятся только из-за ограниченности ее размера. В частности в этих формах может быть выведена значительно более полная информация (в т.ч. вообще вся имеющая в модели). Подобная подробная информация содержится в базах данных, расположенных по пути: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000003\System\SWOTCls####Inf3.DBF [5], где: «####» – код класса с ведущими нулями.

[5] Отметим, что dbf-файлы нормально открываются в MS Excel, в который встроен соответствующий конвертер.

Отметим, что система «Эйдос» обеспечивала решение этой всегда, даже в самых ранних DOS-версиях и в реализациях системы «Эйдос» на других языках и типах компьютеров. Первый акт внедрения системы «Эйдос», где об этом упоминается в явном виде, датируется 1987 годом.



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий Краснодарским сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н.
А.А.Хагуров
1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
Э.М.Трахов
19.05 1987г.

А К Т

Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М., Ляшко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец В.И., Луценко Е.В. в том, что в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Сезеро-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:

- осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома";
- разработаны математическая модель и программное обеспечение подсистемы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу в среде персональной технологической системы ВЕГА-М;
- на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены расчёты по задаче в объёме:

Входная информация составила 425 анкет по 9-ти предприятиям.
Выходная информация - 4 вида выходных форм объёмом 90 листов формата А3 и 20 листов формата А4 содержит:

- процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов;
- распределение информативностей признаков (в битах) для распознавания социальных типов корреспондентов;
- позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных типов на языке 212 признаков;
- обобщённая характеристика информативности признаков для выбора такого минимального набора признаков, который содержит максимум информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет).

Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.

От ИСИ АН СССР:

Мл.научный сотрудник
М.М.Кириченко
19.05 1987г.

Мл.научный сотрудник
Г.А.Ляшко
19.05 1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":

Зав.отделом аэрокосмических и тематических изысканий №4, к.э.н.
Г.А.Самсонов
19.05. 1987г.

Главный конструктор проекта
В.И.Коренец
19.05.87г. 1987г.

Главный конструктор проекта
Е.В.Луценко
19.05.87 1987г.

Но тогда SWOT-диаграммы назывались позитивным и негативным информационными портретами классов. Первый акт внедрения системы «Эйдос» для решения описанной в данной работе задачи датируется 1996 годом:

УТВЕРЖДАЮ:
Директор Научно - производственного предприятия "ЭЙДОС"
_____ Е.В.Луценко
"__" июня 1996 года
М.П.

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор Кубанского государственного аграрного университета, академик РАСХН
_____ И.Т.Трубилин
"__" июня 1996 года
М.П.

АКТ

ОБ ОКОНЧАНИИ ДЕЙСТВИЯ ЛИЦЕНЗИОННОГО СОГЛАШЕНИЯ № 25/93 ОТ 23.09.93 МЕЖДУ ИЗГОТОВИТЕЛЕМ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И КОНЕЧНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ

Изготовитель программного обеспечения: Научно - производственное предприятие "ЭЙДОС" (г.Краснодар).

Конечный пользователь: Кубанский государственный аграрный университет.

Программное обеспечение: Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС" (свидетельство РосАПО №94217).

Предмет лицензионного соглашения: "Выявление взаимосвязей между применяемыми агротехнологиями (почвы, нормы высева, удобрения, вспашка, ротация и др.) с одной стороны, и количественными и качественными результатами выращивания с/х культур с другой стороны, на основе обработки архивных данных".

Настоящий акт составлен в том, что работы, предусмотренные Лицензионным соглашением №25/93 от 23.09.93 проведены конечным пользователем в полном объеме, в связи с чем на основании п.1.4 Лицензионное соглашение прекращает действие.

Финансовые взаиморасчеты, предусмотренные Лицензионным соглашением произведены в предусмотренные им сроки в 1993 году. НДС составил: 11335 рублей.

Взаимных долгов и претензий в связи с выполнением обязательств по Лицензионному соглашению у Сторон нет.

От НПП "ЭЙДОС":
_____Е.В.Луценко

От Куб.агроуниверситета:
научный руководитель работ, профессор
_____О.А.Засухина

На рисунке 21 приведен пример инвертированной SWOT-диаграммы, отражающей влияние заданного значения агротехнологиче-

ского фактора на количественные и качественные результаты выращивания пшеницы:

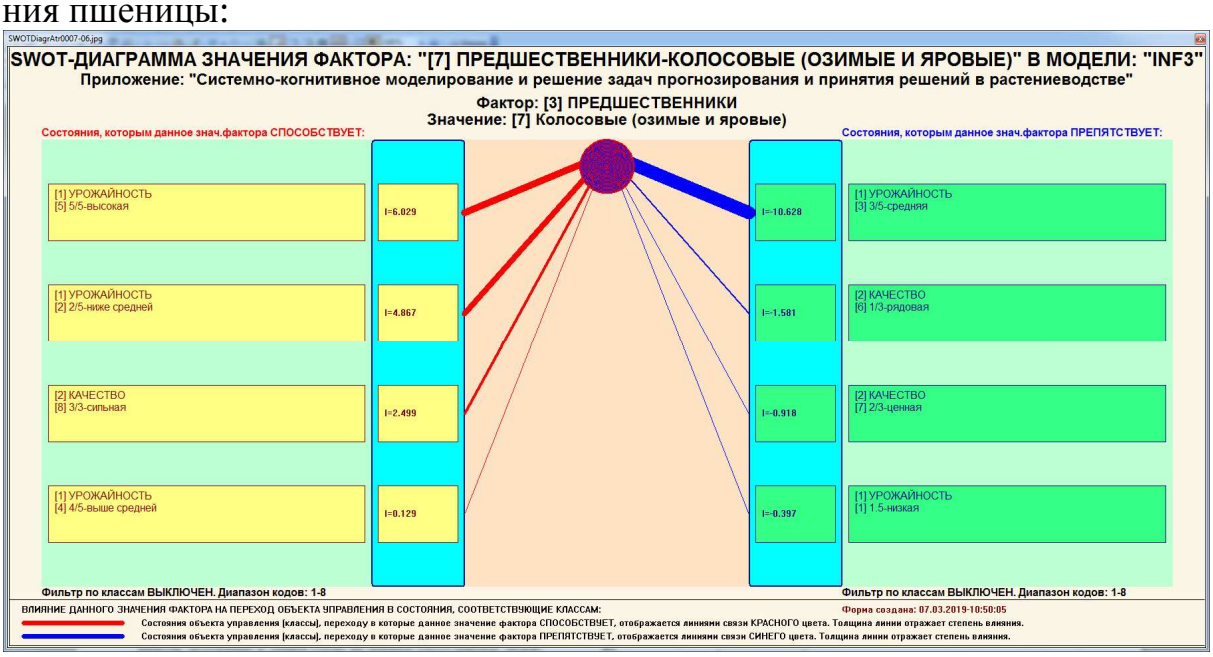


Рисунок 21. Пример инвертированной SWOT-диаграммы, отражающей влияние заданного значения агротехнологического фактора на количественные и качественные результаты выращивания пшеницы

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным метод стратегического планирования. Однако это не мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых чаще всего является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на основе своего опыта и профессиональной компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных. Подобная технология разработана давно, ей уже более 30 лет, но она малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос» [23, 35]. В данной статье на реальном численном примере подробно описывается возможность проведения количественного автоматизированного SWOT-анализа средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос» без использования экспертных оценок непосредственно на основе эмпирических данных. Предлагается решение прямой и обратной задач SWOT-анализа. PEST-анализ рассматривается как SWOT-анализ, с более детализированной классификацией внешних факторов. Поэтому

выводы, полученные в данной статье на примере SWOT-анализа, можно распространить и на PEST-анализ [35]. Система «Эйдос» является единственной системой, автоматизирующей SWOT-анализ на основе эмпирических данных и реализующей инвертированный SWOT-анализ, предложенный автором [35].

3.3. Исследование предметной области путем исследования ее СК-модели (задача 2.6.3)

Если модель предметной области достоверна, то исследование модели можно считать исследованием самого моделируемого объекта, т.е. результаты исследования модели корректно относить к самому объекту моделирования.

В системе «Эйдос» есть довольно много возможностей для такого исследования, но в данной работе из-за ограничений на ее объем мы рассмотрим лишь результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы), а также нелокальные нейроны, нелокальные нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты и когнитивные функции.

3.3.1. Когнитивные диаграммы классов

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем их в режимах 4.2.2.1 и 4.2.2.2 (рисунок 22):

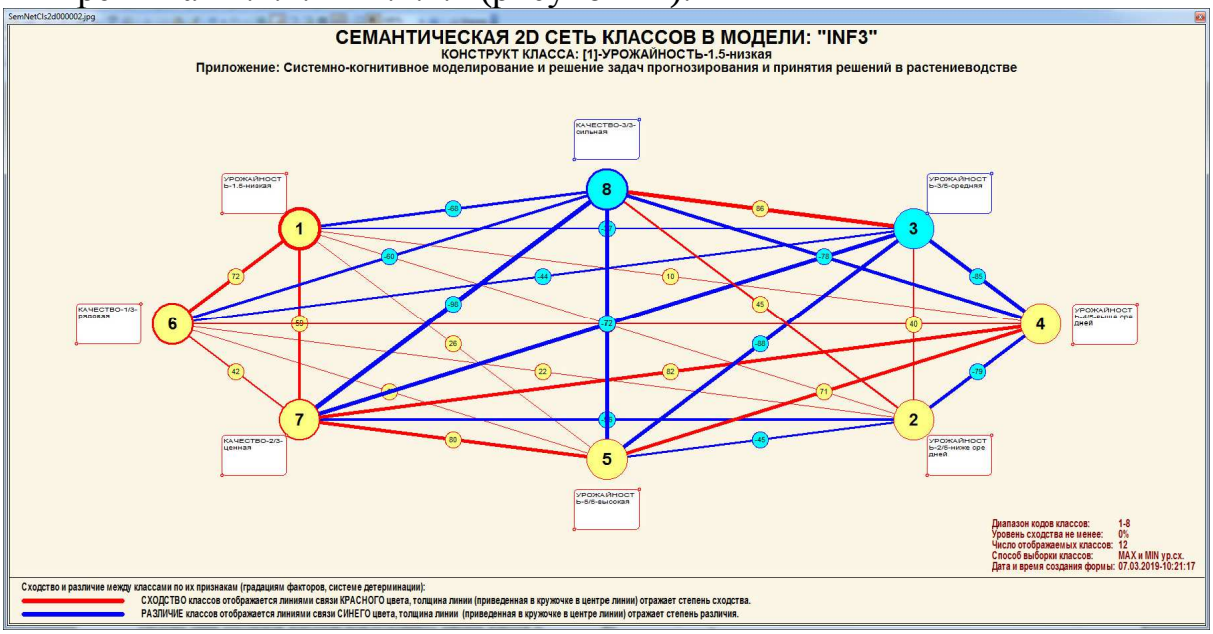


Рисунок 22. Когнитивная диаграмма классов

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 22, показаны ***количественные*** оценки сходства/различия различных количественных и качественных результатов выращивания пшеницы по системе детерминации этих результатов, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпи-

рических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

3.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Информация о сходстве/различии классов, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, пример которой приведен на рисунке 22, но и в форме агломеративных дендрограмм, полученных в результате ***когнитивной кластеризации*** [36] (рисунок 23):

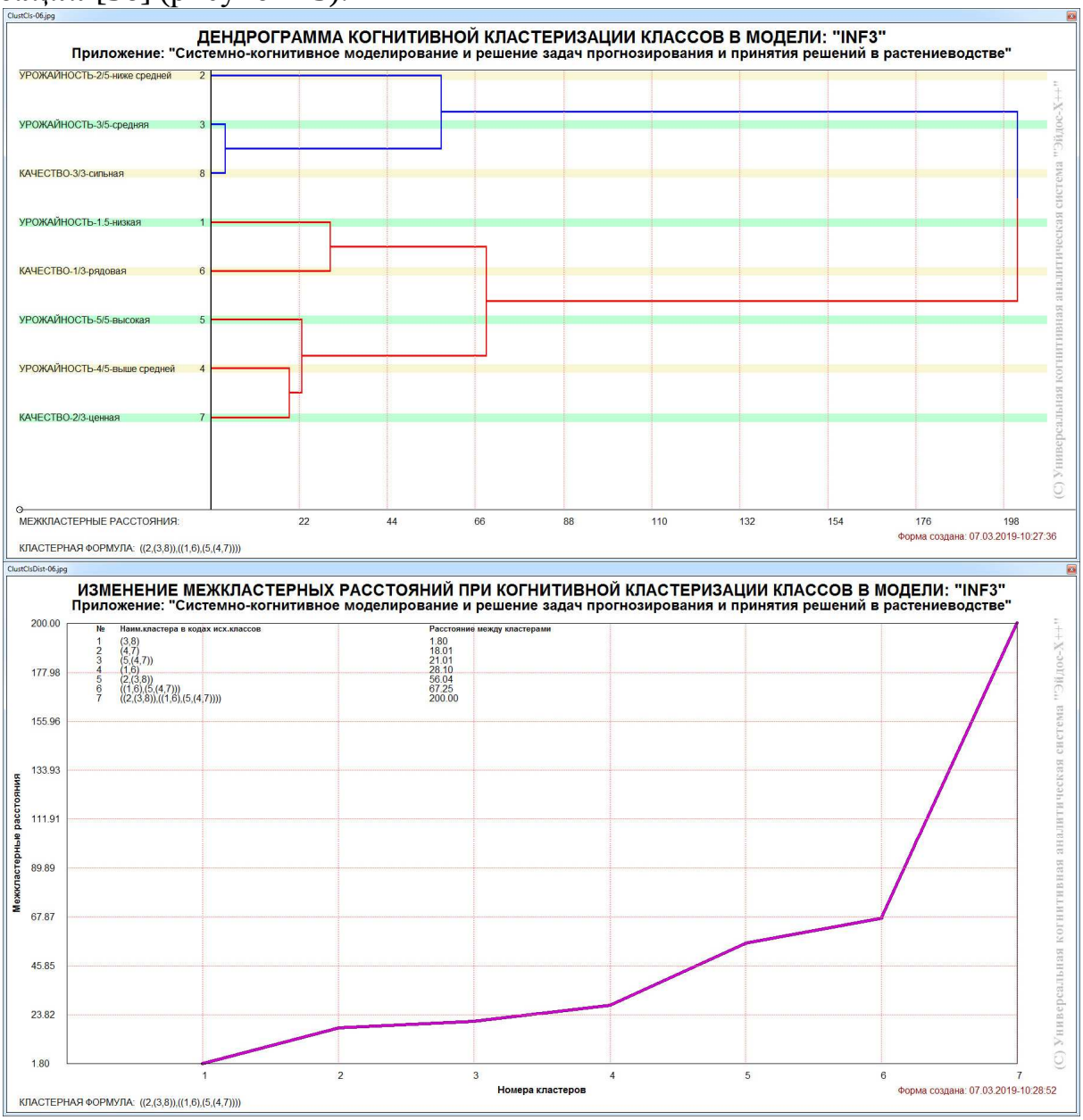


Рисунок 23. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации классов и график изменения межкластерных расстояний

Из рисунка 23 мы видим, что некоторые результаты выращивания пшеницы сходны по системе детерминирующих факторов, и, следовательно, могут быть получены одновременно, а другие по этой системе обуславливающих факторов сильно отличаются, и, следовательно, не могут быть получены одновременно, т.е. являются альтернативными.

3.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений агротехнологических факторов по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о результатах выращивания пшеницы. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 24).

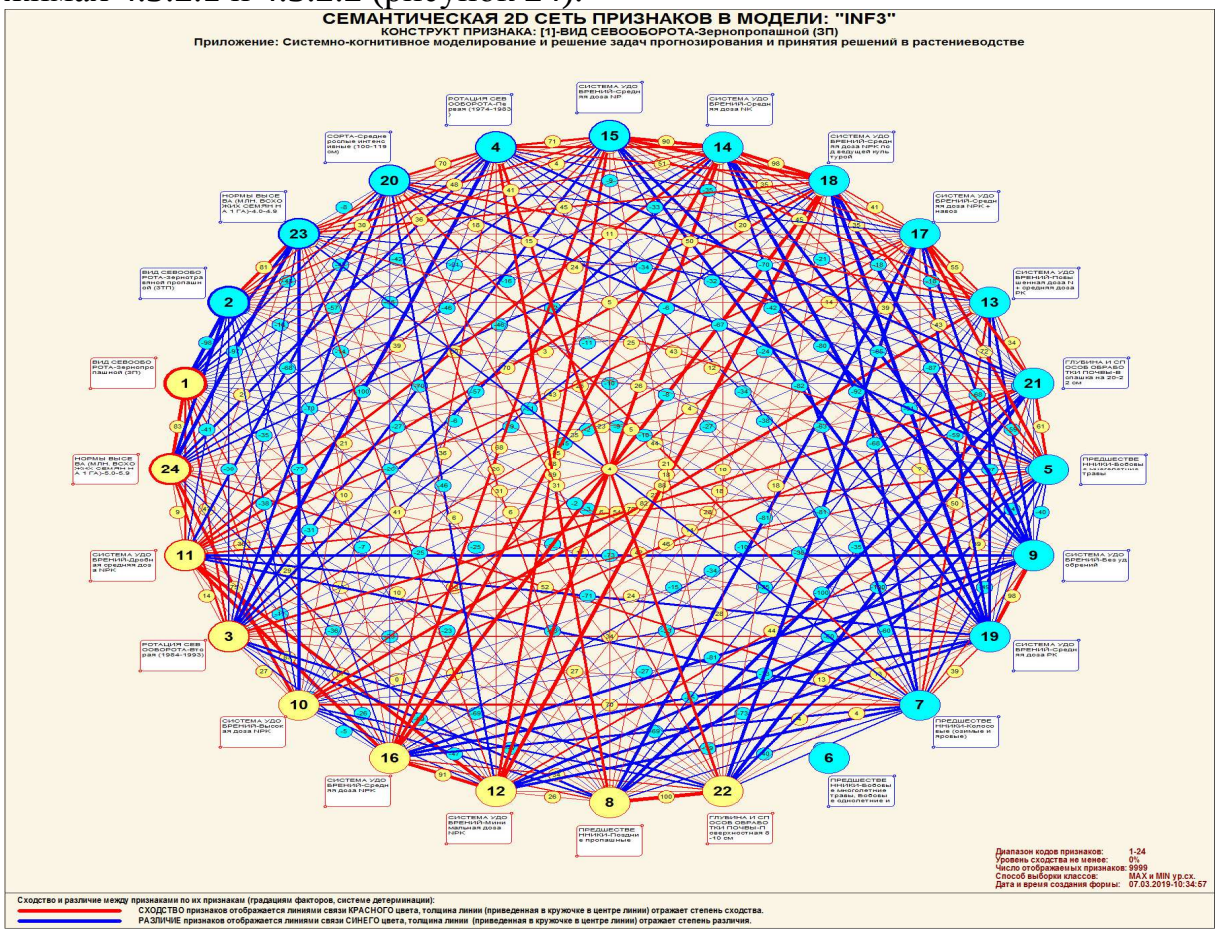


Рисунок 24. Когнитивная диаграмма и конструкт значений агротехнологических факторов, отражающая сходство/различие этих показателей по их смыслу, , т.е. по содержащейся в них информации о результатах выращивания пшеницы

Из рисунка 24 видно, что показатели образуют два крупных кластера, противоположных по их смыслу. Эти кластеры образуют полюса конструкта.

Отметим, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 24, показаны ***количественные*** оценки сходства/различия значений агротехнологических факторов, полученные с применением системно-

когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

3.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 25 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений агротехнологических факторов и график изменения межкластерных расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по их смыслу, что и в когнитивных диаграммах, пример которой приведен на рисунке 24.

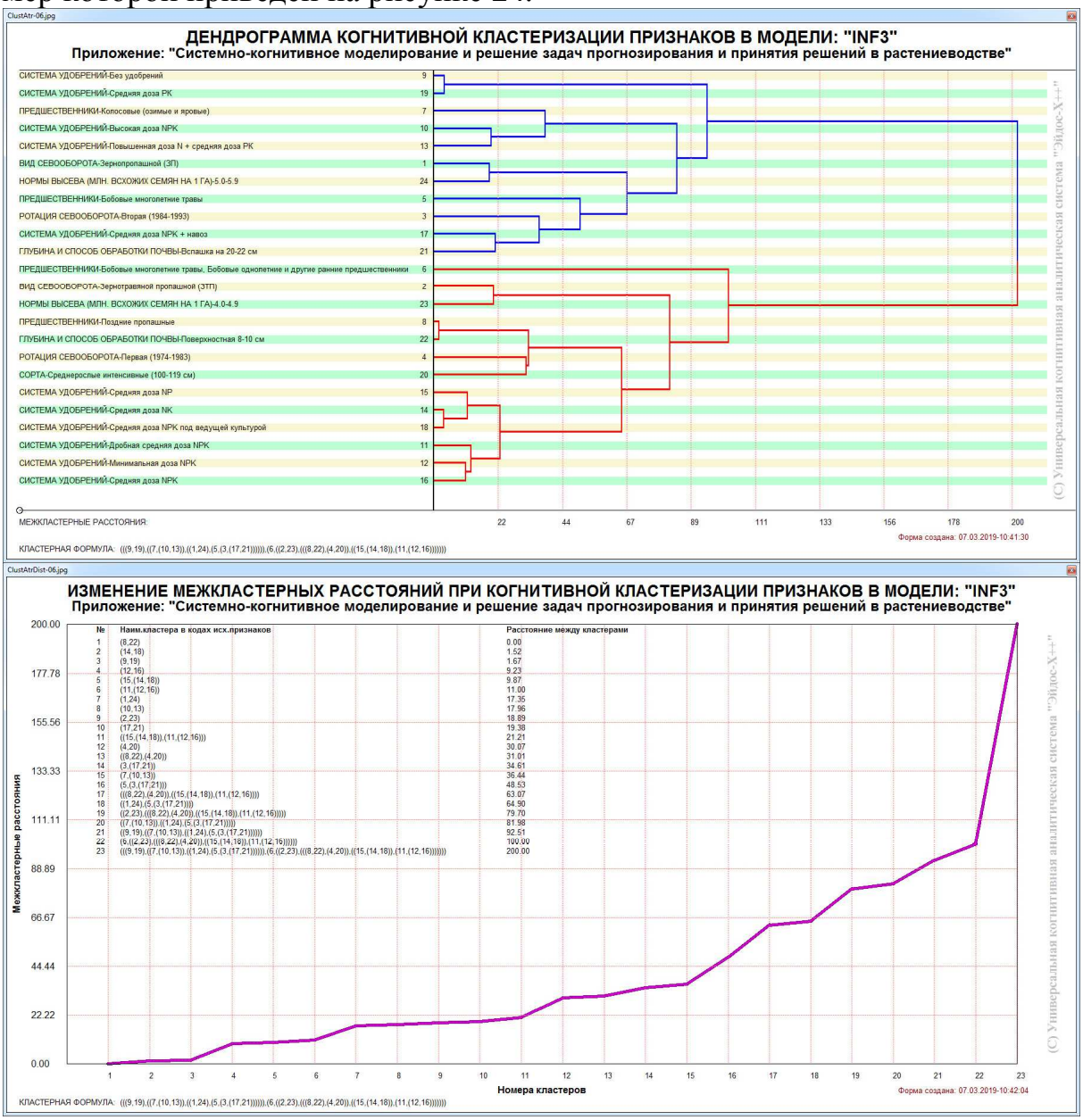


Рисунок 25. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации значений агротехнологических факторов и график изменения межкластерных расстояний

Из дендрограммы на рисунке 25 мы видим, что все значения агротехнологических факторов образуют 2 четко выраженных кластера, объединенных в полюса конструкта (показаны синими и красным цветами).

Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 25) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунок 23).

3.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 26 приведены пример нелокального нейрона, а на рисунке 27 и фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

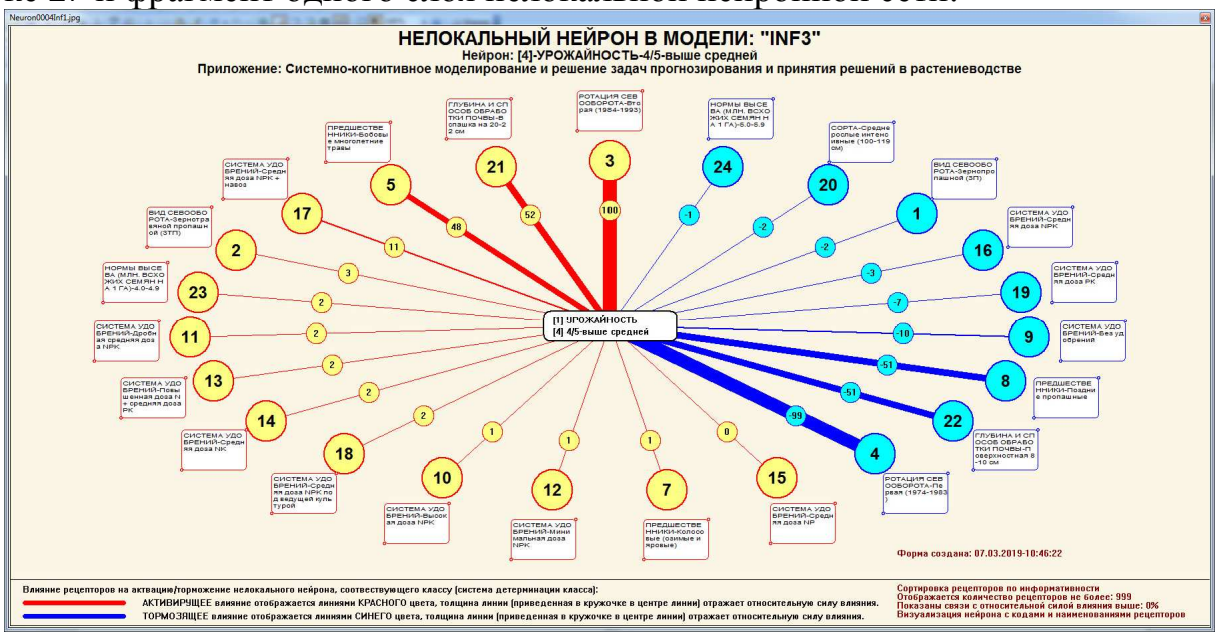


Рисунок 26. Пример нелокального нейрона

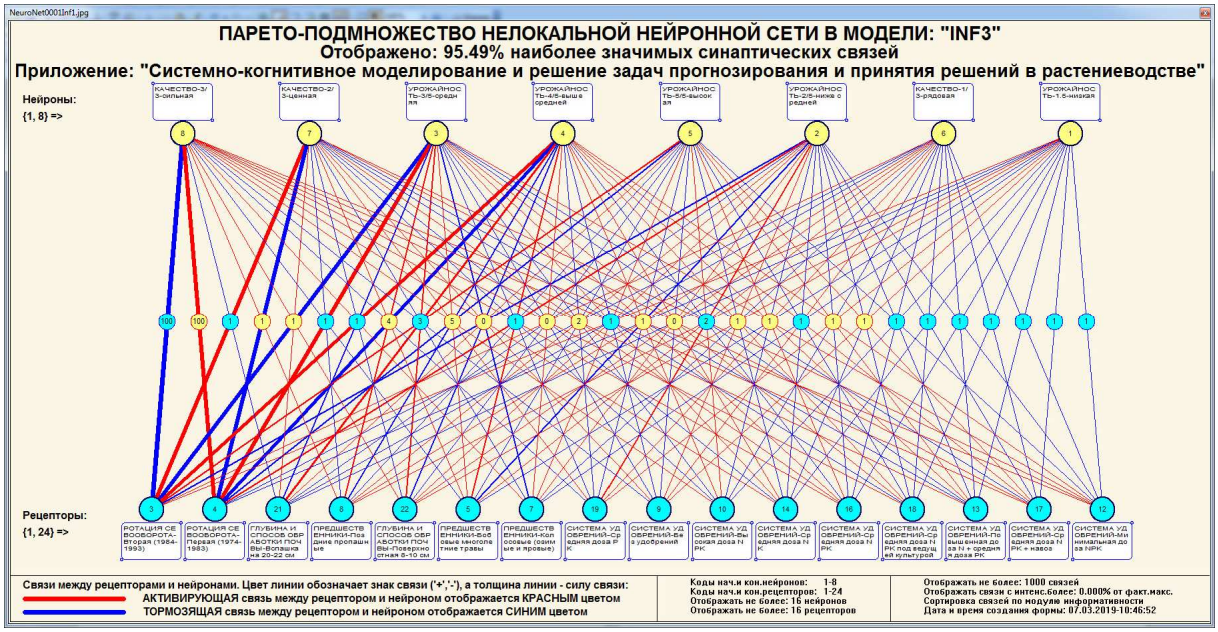


Рисунок 27. Один слой нелокальной нейронной сети (фрагмент)

Модель знаний системы «Эйдос» относится к ***нечетким декларативным*** гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой [30] и фреймовой моделей представления знаний. Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам). От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность. От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что:

1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации (это напоминает байесовские сети);

2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации;

3) нейросеть является нелокальной [37], как сейчас говорят «полносвязной».

3.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты

На рисунке 28 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающая СК-модель Inf3.

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений агротехнологических факторов, отображенных соответственно на рисунках 22 и 24, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 27.

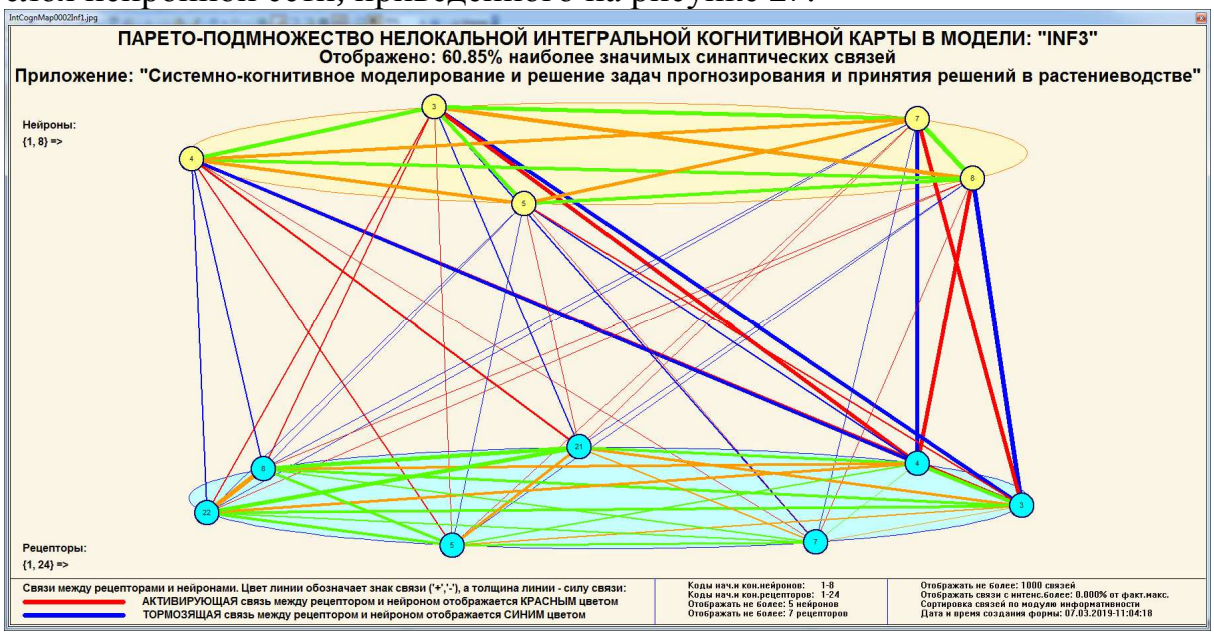


Рисунок 28. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

3.3.7. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 29) и сошлемся на работу, в которой это описано [22].

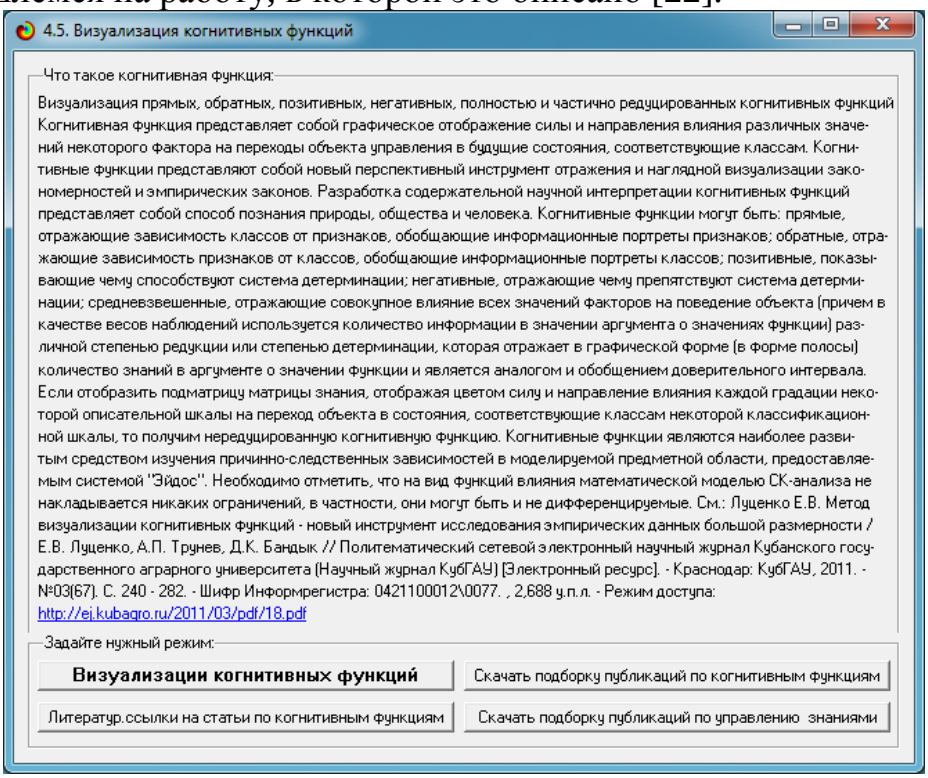
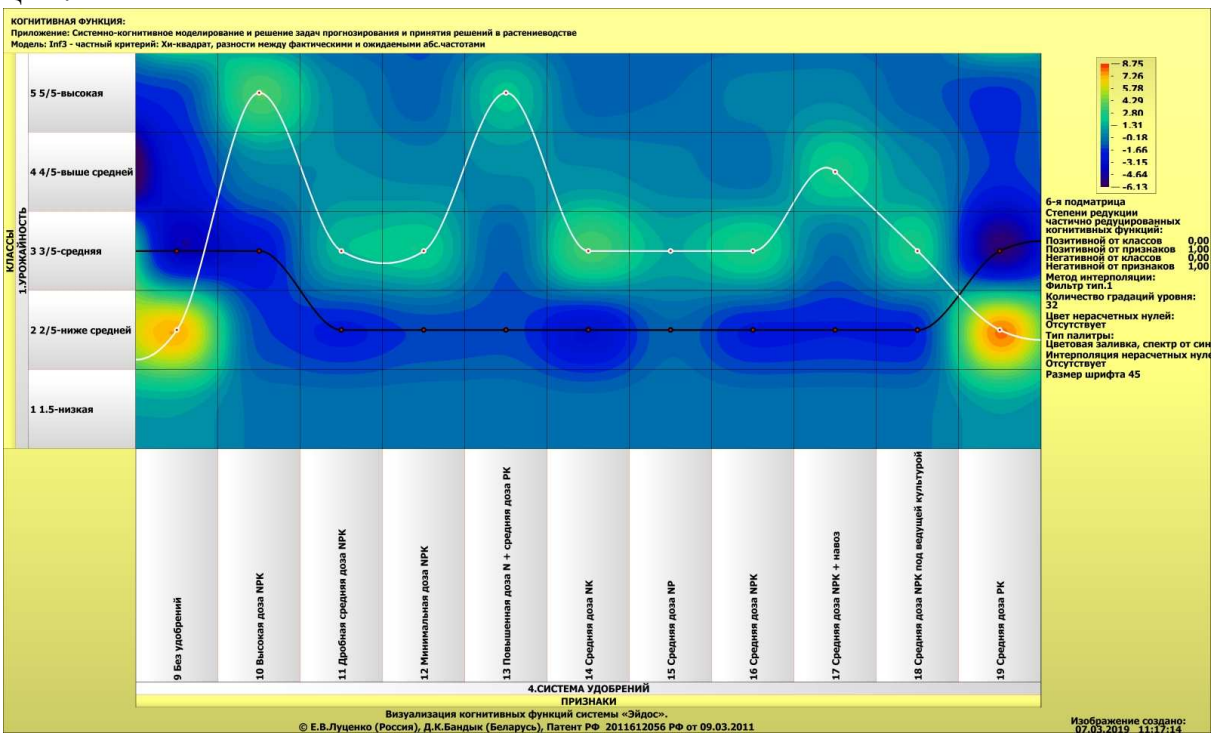


Рисунок 29. Help режима визуализации когнитивных функций

На рисунке 30 приведены примеры нескольких когнитивных функций:



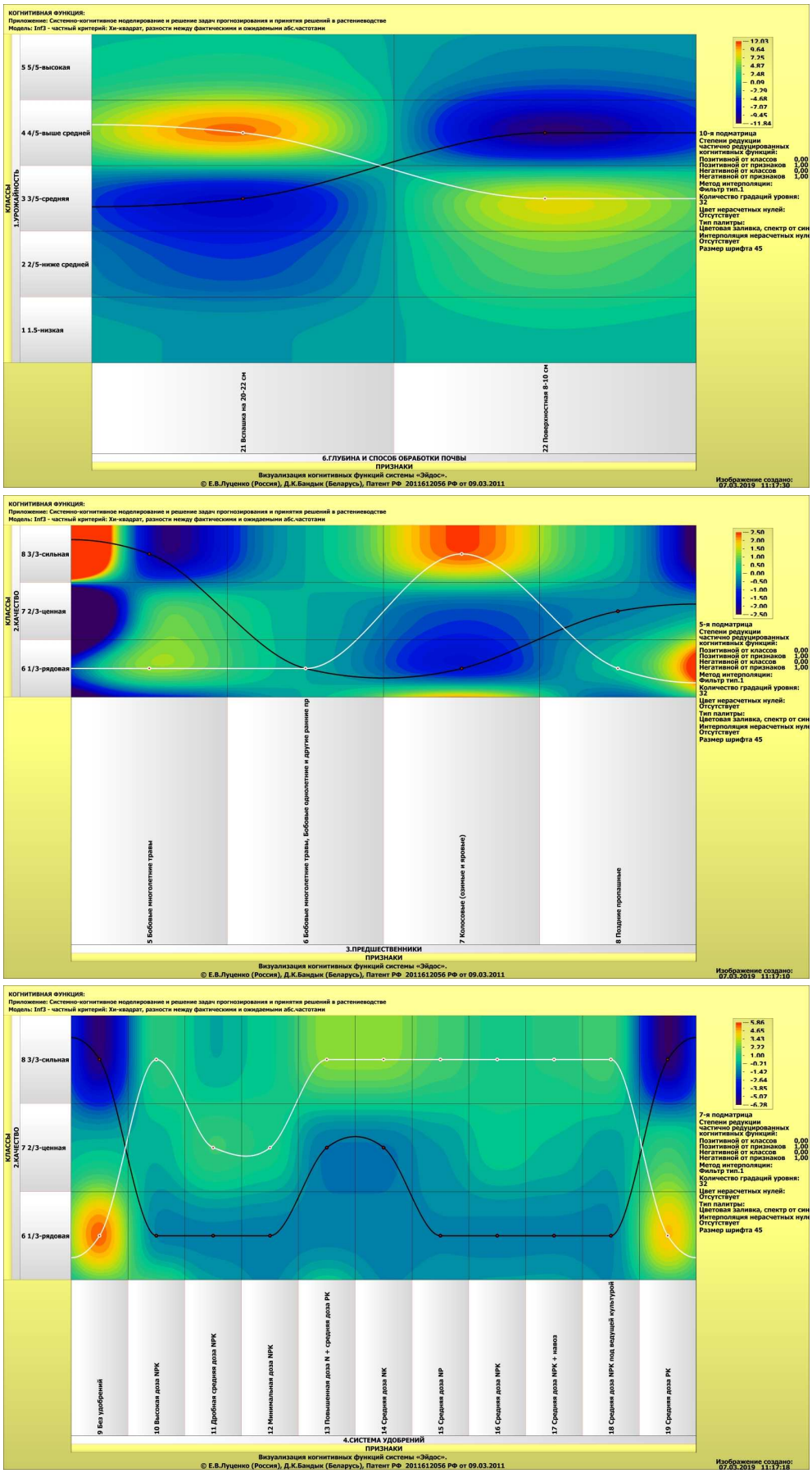


Рисунок 30. Примеры когнитивных функций

3.4. Развитый алгоритм принятия решений с применением SWOT- и кластерно-конструктивного анализа, ФСА и метода Директ-костинг (задача 2.6.2)

Методы Функционально-стоимостного анализа и «Директ-костинг» общеизвестны и популярны. По своим идеям и принципам Функционально-стоимостной анализ и метод «Директ-костинг» очень сходны, если не сказать тождественны. С одной стороны эти идеи весьма разумны, хорошо обоснованы теоретически и доказали свою эффективность на практике.

Однако широкому применению этих методов препятствует сложность получения больших объемов детализированной технологической и финансово-экономической информации, а также необходимость ее тщательного исследования компетентными специалистами, хорошо и содержательно разбирающимися в предметной области.

В этом и состоит **противоречие** между желанием применить методы ФСА и «Директ-костинг» сложностью это сделать на практике. Это противоречие представляет собой реальную **проблему** и часто обескураживает и вызывает разочарование этими методами.

В данной работе предлагается простое и эффективное решение данной проблемы, хорошо обоснованное теоретически, оснащенное всем необходимым методическим и программным инструментарием и широко и успешно апробированное на практике.

Предлагаемое решение основано на двух простых идеях:

1) вместо сбора и проведения содержательного исследования большого объема технологической и финансово-экономической информации применить подходы, приятные в теории управления;

2) для создания системы автоматизированного управления натуральной и финансово-экономической эффективностью затрат применить автоматизированный системно-когнитивный анализ и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос».

В названии специальности 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством, есть такие слова: «управление предприятиями, отраслями, комплексами, инновациями». Использование термина «Управление» предполагает, что есть модель, отражающая силу и направление влияния факторов на объект управления, и есть управляющая система, принимающая решения на основе этой модели. Однако, как правило, не только в научных статьях, но и в диссертациях по этой специальности мы ничего этого не видим, а видим лишь финансово-экономические расчеты. Если даже управляющие факторы и упоминаются, то обычно вопрос об их силе и направлении влияния на объект управления не только не решается, но даже и не ставится. Соответственно обычно вообще не упоминается какой-либо **способ** определения этой силы и направления влияния.

В данной работе предлагается подход, основанный на теории управления, снимающий этот недостаток [56].

3.4.1. Общая структура интеллектуальной автоматизированной системы управления

В теории управления известно, что в состав системы управления входят: объект управления, управляющая система, управляющие факторы, воздействующие на объект управления, информация обратной связи о состоянии объекта управления (рисунок 31):

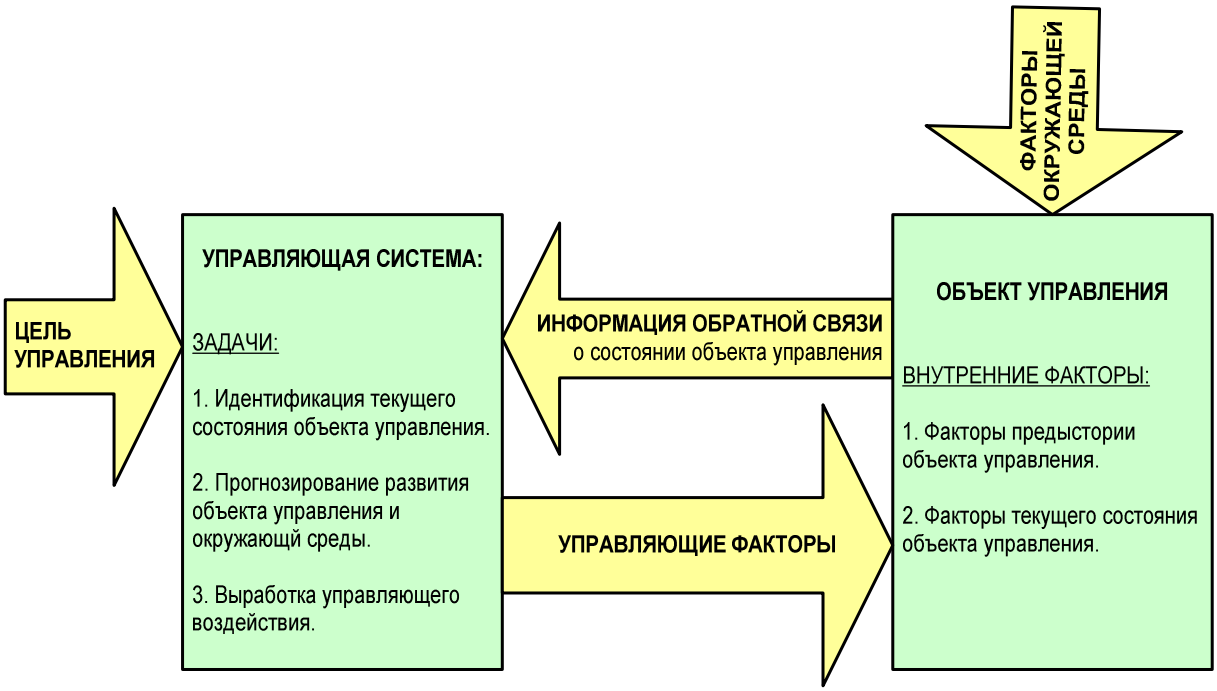


Рисунок 31. Цикл управления в замкнутой системе управления

Управляющая система принимает решения о значениях управляющих факторов на основе модели объекта управления.

Проблема состоит как в разработке этой модели на основе эмпирических данных (это скорее научная проблема), так и в ее применении в режиме реального времени в составе управляющей системы для поддержки принятия управляющих решений (это практическая проблема).

Обе эти проблемы решаются на основе автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и реализующей его интеллектуальной системы «Эйдос» [1 - 56].

3.4.2. Алгоритм принятия управляющих решений в АСК-анализе и системе «Эйдос»

На рисунке 32 приведен алгоритм принятия управляющих решений в АСК-анализе и системе «Эйдос», использующий результаты SWOT-анализа классов и кластерного анализа значений факторов:

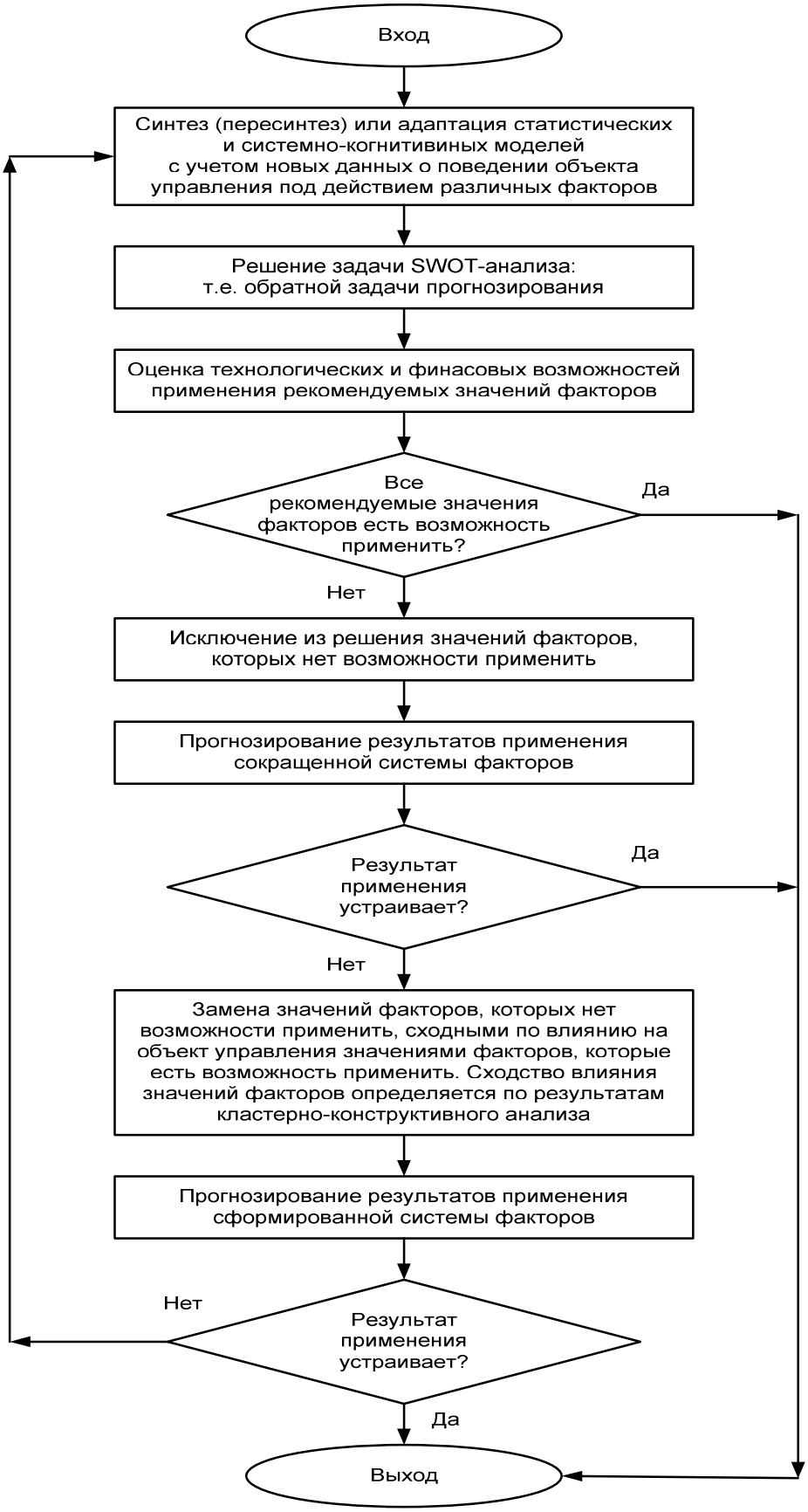


Рисунок 32. Алгоритм принятия управляющих решений в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Алгоритм принятия решений

Шаг 0-й. Когнитивно-целевая структуризация и формализация предметной области, синтез и верификация модели.

Шаг 1-й. Решаем задачу поддержки принятия решений путем применения автоматизированного когнитивного SWOT-анализа.

Шаг 2-й. Оцениваем технологические и финансовые возможности применения на практике предлагаемых значений факторов.

Шаг 3-й. Если такая возможность имеется для всех значений факторов, то принимаем их для реализации на практике и выходим из алгоритма принятия решений. Если же такой возможности нет, то исключаем из системы значений факторов те из них, которые по каким-либо причинам нет возможности применить и переходим на шаг 4..

Шаг 4-й. Прогнозирование результатов применения на практике сокращенной системы значений факторов в которой есть только те, которые есть реальная возможность применить.

Шаг 5-й. Если прогнозируемый результат применения на практике сокращенной системы значений факторов устраивает, то принимаем их для реализации на практике и выходим из алгоритма принятия решений. Если же прогноз показывает, что целевое состояние при использовании сокращенной системы значений факторов не будет достигнуто, то переход на шаг 6.

Шаг 6-й. Заменяем рекомендованные на шаге 1, но удаленные на шаге 3 значения факторов другими, сходными по влиянию на объект моделирования и управления, но такие, которые есть возможности применить. Эти значения факторов для замены выбираются с использованием результатов кластерно-конструктивного анализа факторов.

Шаг 7-й. Прогнозирование результатов применения на практике системы значений факторов, сформированной на шаге 6.

Шаг 8-й. Если прогнозируемый результат применения на практике системы значений факторов, сформированной на шаге 6, устраивает, то принимаем их для реализации на практике и выходим из алгоритма принятия решений. Если же прогноз показывает, что целевое состояние при использовании этой системы значений факторов не будет достигнуто, то переход на шаг 0.

3.4.3. Эксплуатация интеллектуальной АСУ в адаптивном режиме

Обратим внимание на то, что приведенный на рисунке 31 алгоритм принятия решений используется непосредственно в цикле управления (рисунок 30) и предусматривает постоянную адаптацию модели, а случае необходимости и ее пересинтез, что обеспечивает учет динамики моделируемой предметной области, т.е. как самого объекта управления, так и окружающей среды.

3.4.4. Повышение статуса результатов исследования

В данной работе кратко описано, как в АСК-анализе разрабатываются и применяются системно-когнитивные модели, отражающие, какое количество информации содержится в различных значениях факторов о переходе объекта моделирования в различные будущие состояния. В системно-когнитивном анализе формулируется гипотеза о том, что это количество информации и ее знак отражают, соответственно, силу и направление действия реально существующих в моделируемой предметной области причинно-следственные закономерностей. В работе [38] обосновывается, что системно-когнитивные модели имеют статус *содержательных феноменологических моделей*. Для дальнейшего повышения статуса их статуса до уровня *эмпирических законов* необходимо расширить эмпирическую область и создать соответствующие модели. Если после этого раскрыть *механизмы и причинные действия этих закономерностей* и дать их *содержательную интерпретацию*, то можно расширить область применения эмпирических законов на всю предметную область, в которой действуют те же причинные и механизмы, и, таким образом, сформулировать *научные законы* [39].

4. Различные виды обеспечения решения проблемы: кадровое, техническое, организационное, информационное, финансовое и юридическое (задача 3)

Для применения на практике предлагаемой в данной работе технологии и методики необходимы специалисты, владеющие предлагаемой технологией. Как показывает опыт преподавания дисциплин, связанных с интеллектуальными технологиями, овладение этими технологиями не представляет никакой проблемы. Во всяком случае студенты КубГАУ уже на 2-м занятии бегло решают учебные задачи, которых в настоящее время в системе «Эйдос» насчитывается 31 локальная (встроенные в инсталляцию) и 147 облачных Эйдос-приложений, размещенных на ftp-сервере системы «Эйдос».

Эти специалисты должны быть оснащены компьютерами, имеющими доступ в Internet. Они должны быть в штате некоторого подразделения, котрое должно иметь определнный юридический статус и финансировать-

ся. К ним регулярно должна поступать информация для создания, локализации и адаптации СК-моделей и решения в этих моделях задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

5. Выводы (Conclusions)

5.1. Эффективность предложенного решения проблемы (задача 4)

Как показывает анализ результатов численного эксперимента предложенное и реализованное в системе «Эйдос» решение поставленных задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что цель работы достигнута.

5.2. Ограничения и недостатки предложенного решения проблемы и перспективы его развития путем их преодоления этих ограничений и недостатков (задача 5)

Проблема, поставленная в работе, успешно решена. Однако исходные данные, использованные для ее решения, имеют ряд ограничений.

Во-первых, число наблюдений было бы желательно увеличить с 217 до нескольких тысяч, возможно десятков или сотен тысяч.

Во-вторых, исходные данные касаются только пшеницы. Хотелось бы разработать подобные модели для различных культур не только в растениеводстве, но и в виноградарстве (ампелографии), плодоводстве, и овощеводстве.

В-третьих, необходимо исследовать влияние на результаты выращивания не только агротехнологических факторов, но и природно-климатических, а также влияние обобщенных технологических факторов, таких как энергоемкость, а также других факторов, например, астрономических.

В-четвертых, самих факторов желательно исследовать не 7, а десятки и сотни.

В-пятых, необходимо исследовать влияние различных факторов не только на результаты выращивания в натуральном выражении, но и в стоимостном.

Кроме того необходимо исследовать как связаны между собой и с реальной эффективностью на практике результаты принятия решений (результаты SWOT-анализа), полученные в разных статистических и системно-когнитивных моделях, сходных по формальной достоверности.

Автор с соавторами проводил исследования и разработки по некоторым из этих направлений. Например:

- по п.2 в плодоводстве с профессором И.А.Драгавцевой и к.б.н. Л.М.Лопатиной [43-49], в ампелографии с профессором Л.П.Трошиным [32, 50-53]:

- по п.3. с профессором И.А.Драгавцевой и к.б.н. Л.М.Лопатиной [43-49], Заслуженным деятелем науки РФ, д.т.н., профессором В.И.Лойко [10, 14], д.э.н. К.Н.Горпинченко [21], д.б.н. Н.Н.Карпун [54];

- по п.5. д.э.н. К.Н.Горпинченко [21], к.т.н. В.Е.Коржаковым, студентом-дипломником А.И.Ладыгой [55].

Однако все это не было объединено в одном исследовании, т.е. различные перечисленные ограничения снимались в различных исследованиях, но ни в одном исследовании они не снимались все вместе. Так что перспектива развития данного направления исследований и разработок большая и заключается в проведении системных исследований и разработок, снимающих все или многие перечисленные ограничения.

Методы АСК-анализа и его программный инструментарий интеллекутальная система «Эйдос» могут быть применены и для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели и в других предметных областях, напимер изучаемых в работах [57-68].

5.3. Заключение

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были сформированы обобщенные образы классов по количественным и качественным результатам выращивания пшеницы, и, на основе этого, решены задачи прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Таким образом, созданы системно-когнитивные модели высокой достоверности, поставленные задачи решены, цель достигнута, проблема решена.

Данная работа демонстрирует, что математические модели (частные и интегральные критерии), методики численных расчетов (структуры данных и алгоритмы их обработки), экранные формы управления процессами, программный интерфейс ввода текстовых данных в систему «Эйдос» и повышения степени формализации исходных данных от вербализации до нормализованных баз данных (API), экранные формы текстовых и графических выходных форм по результатам решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования, программная реализация математических моделей, методик численных расчетов, интерфейса и когнитивной графики в системе «Эйдос» являются адекватным средством для решения поставленной и решаемой в статье проблемы.

Необходимо отметить, что системно-когнитивные модели, разработанные в системе «Эйдос», могут быть применены для решения ***практических задач*** с применением той же системы «Эйдос», в которой они соз-

даны, причем это применение возможно в адаптивном режиме, т.е. их можно совершенствовать в процессе эксплуатации, адаптировать к изменениям предметной области, локализовать или районировать для других регионов, и т.п, и т.д. Эти уникальные возможности обеспечиваются тем, что ***система «Эйдос» представляет собой не только <u>среду</u> для эксплуатации интеллектуальных приложений, но и является <u>инструментом</u> их создания и адаптации***.

По мнению авторов АСК-анализ и система «Эйдос» представляют собой новый инновационный, т.е. доведенный до возможности практического применения, метод искусственного интеллекта и может рассматриваться как универсальный инструмент решения всех тех задач в области растениеводства (и других наук), для решения которых используется естественный интеллект. Причем это инструмент, многократно увеличивающий возможности естественного интеллекта, примерно также, как микроскоп и телескоп многократно увеличивает возможности естественного зрения, естественно только в том случае, если оно есть. Поэтому, конечно, этих задач огромное количество.

В качестве **перспективы** мы рассматриваем решение задачи синтеза системно-когнитивных моделей, отражающих влияние на количественные и качественные результаты выращивания различных культур в натуральном и в стоимостном выражении различных агротехнологических и природно-климатических факторов и решение на этой основе задачи прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Область агрономии, в которой перечисленные выше и другие задачи решаются с применением системно-когнитивного анализа, программным инструментарием которого *в настоящее время* является система «Эйдос», предлагается назвать: «***Когнитивное агрономия***» или шире «***Математические и инструментальные методы сельского хозяйства»,*** по аналогии со специальностью: 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики. Есть все основания считать, что данная работа относится к этим научным направлениям, которых пока нет в перечне научных специальностей ВАК РФ.

Эта идея находится в русле Указа Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899 "Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации", в котором под п.8 указаны Нано-, био-, информационные, ***когнитивные технологии***[6].

---

[6] Отметим, что все приведенные выше аргументы введения научного понятия: «когнитивная ветеринария» применимы и к другим направлениям науки, например: «когнитивная агрономия», «когнитивная экономика» и т.д.. Автор пытался развивать когнитивную математику [10] и когнитивную теорию управления [10], а также применять их в других областях науки и практики.

Этим и другим применениям способствует и то, что система «Эйдос» является мультиязычной интеллектуальной on-line средой для обучения и научных исследований [2, 3][7] и находится в полном открытом бесплатном доступе (причем с подробно комментированными актуальными исходными текстами: http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt) на сайте автора по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm.

Численные примеры решения задач растениеводства с применением технологий искусственного интеллекта размещены как облачные Эйдос-приложения под номерами: 6, 99, 145 и доступны всем желающим во всем мире в режиме 1.3 системы «Эйдос». *Базовое интеллектуальное приложение, являющееся основой данной работы, размещено в Эйдос-облаке под номером* ***145***.

Конечно, представленный в статье уровень исследования относится хотя и к развитому, но ***эмпирическому*** уровню, т.е. это просто наблюдаемые факты, эмпирические закономерности и в лучшем случае, при условии подтверждения полученных результатов другими исследователями, может подняться до уровня эмпирического закона. Для перехода на ***теоретический уровень познания*** необходимо выдвинуть гипотезы содержательной интерпретации полученных результатов (которые может выдвинуть только специалист в области ветеринарии), объясняющие внутренние механизмы наблюдаемых закономерностей. Потом необходимо подтвердить, что эти научные гипотезы имеют прогностическую силу, т.е. позволяют обнаружить новые ранее неизвестные явления и закономерности, и тогда эти гипотезы переходят в статус научной теории. Эта теория позволяют обобщить эмпирический закон до уровня научного закона [38]. В этом и состоит перспектива развития данного направления научных исследований и разработок.

6. Благодарности (Acknowledgements)

Автор благодарен д.б.н., к.т.н., профессору Ольге Александровне Засухиной [14, глава 2] за идею выполнить данное исследование и помощь в получении исходных данных для него (см. акт внедрения на стр. 34 данной работы), д.с.-х.н, профессору Николаю Григорьевичу Малюге[8] за предоставленную исходную информацию, проректору по научной работе Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина доктору биологических наук профессору Андрею Георгиевичу Кощаеву за помощь в публикации статьи: https://kubsau.ru/university/rectorate/.

[7] http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

[8] В сейфах проф. А.Г. Малюги хранились данные журналов агрономов с полной историей полей Краснодарского края примерно лет за 40.

Список литературы (References)

1. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg, 2 у.п.л.

2. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №06(130). С. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf, 3,438 у.п.л. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

3. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf, 1,562 у.п.л.

4. Луценко Е.В. Универсальная автоматизированная система распознавания образов "Эйдос" (версия 4.1).-Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1995.- 76с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18630282

5. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340

6. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433

7. Симанков В.С., Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Системный анализ в адаптивном управлении: Монография (научное издание). /Под науч. ред. В.С.Симанкова. – Краснодар: ИСТЭК КубГТУ, 2001. – 258с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21747625

8. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909

9. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737

10. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635

11. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд., перераб. и доп.– Краснодар: КубГАУ, 2006. – 615 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632602

12. Луценко Е.В. Лабораторный практикум по интеллектуальным информационным системам: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информа-

тика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд.,перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 318с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721

13. Наприев И.Л., Луценко Е.В., Чистилин А.Н. Образ-Я и стилевые особенности деятельности сотрудников органов внутренних дел в экстремальных условиях. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2008. – 262 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683724

14. Луценко Е. В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Прогнозирование и принятие решений в растениеводстве с применением технологий искусственного интеллекта: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 257 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683725

15. Трунев А.П., Луценко Е.В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 264 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683727

16. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Лаптев В.Н. Теоретические основы и технология применения системно-когнитивного анализа в автоматизированных системах обработки информации и управления (АСОИУ) (на примере АСУ вузом): Под науч. ред.д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2009. – 536 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18633313

17. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Ермоленко В.В. Интеллектуальные системы в контроллинге и менеджменте средних и малых фирм: Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2011. – 392 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683734

18. Наприев И.Л., Луценко Е.В. Образ-Я и стилевые особенности личности в экстремальных условиях: Монография (научное издание). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG,. 2012. – 262 с. Номер проекта: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8.

19. Трунев А.П., Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния факторов космической среды на ноосферу, магнитосферу и литосферу Земли: Под науч. ред. д.т.н., проф. В.И.Лойко. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2012. – 480 с. ISBN 978-5-94672-519-4. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737

20. Трубилин А.И., Барановская Т.П., Лойко В.И., Луценко Е.В. Модели и методы управления экономикой АПК региона. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2012. – 528 с. ISBN 978-5-94672-584-2. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683702

21. Горпинченко К.Н., Луценко Е.В. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа). Монография (научное издание). – Краснодар,КубГАУ. 2013. – 168 с. ISBN 978-5-94672-644-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=20213254

22. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220

23. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос". Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-830-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787

24. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф.С.Г.Фалько. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с. ISBN 978-5-94672-923-9. http://elibrary.ru/item.asp?id=23209923

25. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: мо-

нография / А. И. Орлов, Е. В. Луценко, В. И. Лойко ; под общ. ред. С. Г. Фалько. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 600 с. ISBN 978-5-00097-154-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=26667522

26. Лаптев В. Н., Меретуков Г. М., Луценко Е. В., Третьяк В. Г., Наприев И. Л.. : Автоматизированный системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» в правоохранительной сфере: монография / В. Н. Лаптев, Г. М. Меретуков, Е. В. Луценко, В. Г. Третьяк, И. Л. Наприев; под научной редакцией проф. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 634 с. ISBN 978-5-00097-226-7. http://elibrary.ru/item.asp?id=28135358

27. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании: учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев; под общ. ред. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ,. 2017. – 450с. ISBN 978-5-00097-265-6. http://elibrary.ru/item.asp?id=28996636

28. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современные подходы в наукометрии: монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. Под науч. ред. проф. С. Г. Фалько – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 532 с. ISBN 978-5-00097-334-9. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29306423

29. Грушевский С.П., Луценко Е. В., Лойко В. И. Измерение результатов научной деятельности: проблемы и решения / С. П. Грушевский, Е. В. Луценко В. И. Лойко. Под науч. ред. проф. Е. В. Луценко – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 343 с. ISBN 978-5-00097-446-9. https://elibrary.ru/item.asp?id=30456903

30. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Системы представления и приобретения знаний : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. ISBN 978-5-94215-415-8. https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755

31. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современная цифровая экономика : монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 508 с. ISBN 978-5-00097-694-4. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649181

32. Луценко Е. В. , Лаптев В. Н., Сергеев А. Э. Системно-когнитивное моделирование в АПК : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. Н. Лаптев, А. Э. Сергеев, – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 518 с. ISBN 978-5-94215-416-5. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649123

33. Луценко Е.В. Интеллектуальная консалтинговая система выявления технологических знаний и принятия решений по их эффективному применению на основе системно-когнитивного анализа бизнес-процессов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.И. Ладыга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 79 – 110. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 у.п.л.

34. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf, 2 у.п.л.

35. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Крас-

нодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf, 2,688 у.п.л.

36. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf, 3,062 у.п.л.

37. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf, 0,812 у.п.л.

38. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf, 3,75 у.п.л.

39. Луценко Е.В. Типовая методика и инструментарий когнитивной структуризации и формализации задач в СК-анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 388 – 414. – IDA [article ID]: 0030401016. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/16.pdf, 1,688 у.п.л.

40. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf, 4,812 у.п.л.

41. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ функций и восстановление их значений по признакам аргумента на основе априорной информации (интеллектуальные технологии интерполяции, экстраполяции, прогнозирования и принятия решений по картографическим базам данных) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 130 – 154. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0066, IDA [article ID]: 0510907006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/06.pdf, 1,562 у.п.л.

42. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf, 1,812 у.п.л.

43. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Автоматизированная система мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО".

Пат. № 2003610433 РФ. Заяв. № 2002611927 РФ. Опубл. от 18.02.2003. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610433.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

44. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., База данных автоматизированной системы мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО". Пат. № 2003620035 РФ. Заяв. № 2002620178 РФ. Опубл. от 20.02.2003. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003620035.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

45. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Немоляев А.Н., Подсистема агрометеорологической типизации лет по успешности выращивания плодовых и оценки соответствия условий микрозон выращивания ("АГРО-МЕТЕО-ТИПИЗАЦИЯ"). Пат. № 2006613271 РФ. Заяв. № 2006612452 РФ. Опубл. от 15.09.2006. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2006613271.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

46. Луценко Е.В., Марченко Н.Н., Драгавцева И.А., Акопян В.С.,Костенко В.Г., Автоматизированная система поиска комфортных условий для выращивания плодовых культур (Система "Плодкомфорт"). Пат. № 2008613272 РФ. Заяв. № 2008612309 РФ. Опубл. от 09.07.2008. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2008613272.jpeg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

47. Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Марченко Н.Н., Святкина О.А., Овчаренко Л.И., Агроэкологическая система прогнозирования риска гибели урожая плодовых культур от неблагоприятных климатических условий зимне-весеннего периода (Система «ПРОГНОЗ-ЛИМИТ». Пат. № 2009616032 РФ. Заяв. № 2009614930 РФ. Опубл. от 30.10.2009. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616032.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

48. Савин И.Ю., Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Мироненко Н.Я., Руссо Д.Э., Геоинформационная база данных «Почвы Краснодарского края» . Свид. РосПатента РФ о гос.регистрации базы данных, Заявка № 2015620687 от 11.06.2015, Гос.рег.№ 2015621193, зарегистр. 04.08.2015. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2015621193.jpg, 2 у.п.л.

49. Лопатина Л.М. Концептуальная постановка задачи: "Прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания заданной культуры в заданной точке" / Л.М. Лопатина, И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 86 – 100. – IDA [article ID]: 0070405008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/08.pdf, 0,938 у.п.л.

50. Биометрическая оценка полиморфизма сортогрупп винограда Пино и Рислинг по морфологическим признакам листьев среднего яруса кроны / Л.П. Трошин, Е.В. Луценко, П.П. Подваленко, А.С. Звягин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 1 – 14. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0097, IDA [article ID]: 0520908001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/01.pdf, 0,875 у.п.л.

51. Луценко Е.В. Решение задач ампелографии с применением АСК-анализа изображений листьев по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №08(112). С. 862 – 910. – IDA [article ID]: 1121508064. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/64.pdf, 3,062 у.п.л.

52. Луценко Е.В. Количественное измерение сходства-различия клонов винограда по контурам листьев с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, Л.П. Трошин, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №02(116). С. 1205 – 1228. – IDA [article ID]: 1161602077. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/77.pdf, 1,5 у.п.л.

53. Луценко Е.В. Применение теории информации и когнитивных технологий для решения задач генетики (на примере вычисления количества информации в генах о признаках и свойствах различных автохтонных сортов винограда) / Е.В. Луценко, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №07(121). С. 116 – 165. – IDA [article ID]: 1211607003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/03.pdf, 3,125 у.п.л.

54. Карпун Н.Н. Исследование зависимости развития курчавости листьев персика от погодных условий во влажных субтропиках России (с применением АСК-анализа) / Н.Н. Карпун, Н.Н. Леонов, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №07(131). С. 572 – 594. – IDA [article ID]: 1311707050. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/50.pdf, 1,438 у.п.л.

55. Луценко Е.В. Интеллектуальная консалтинговая система выявления технологических знаний и принятия решений по их эффективному применению на основе системно-когнитивного анализа бизнес-процессов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.И. Ладыга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 79 – 110. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 у.п.л.

56. Луценко Е.В. Автоматизация Функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе АСК-анализа и системы "Эйдос" (автоматизация управления натуральной и финансовой эффективностью затрат без содержательных технологических и финансово-экономических расчетов на основе информационных и когнитивных технологий и теории управления) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №07(131). С. 1 – 18. – IDA [article ID]: 1311707001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/01.pdf, 1,125 у.п.л.

57. Анализ современных форм интеграции сельскохозяйственных товаропроизводителей и перерабатывающих предприятий АПК / Аршинов Г.А., Лойко В.И., Аршинов В.Г., Лаптев В.Н., Лаптев С.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 123. С. 1392-1421.

58. Причины, препятствующие созданию эффективных объединений предприятий молочного подкомплекса АПК / Аршинов Г.А., Лойко В.И., Аршинов В.Г., Лаптев В.Н., Лаптев С.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 123. С. 1422-1443.

59. Анализ условий образования эффективных объединений предприятий молочного подкомплекса АПК / Аршинов Г.А., Лойко В.И., Аршинов В.Г., Лаптев В.Н.,

Лаптев С.В. //Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 132. С. 128-155.

60. Нелинейные дисперсионные волны в вязкоупругих тонкостенных конструкциях / Лаптев С.В. // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук / Саратов, 2000

61. Функция скорости спроса и оборот вложенного капитала в интеграционных структурах АПК / Аршинов В.Г., Лаптев С.В. // В сборнике: Математические методы и информационно-технические средства. II Всероссийская научно-практическая конференция. 2006. С. 7-9.

62. Математическое моделирование интеграционных процессов в АПК / Аршинов В.Г., Лаптев С.В. // В сборнике: Математические методы и информационно-технические средства. II Всероссийская научно-практическая конференция. 2006. С. 5-6.

63. Нелинейная математическая модель ценообразования продукции перерабатывающего предприятия / Степанов В.В., Аршинов Г.А., Лаптев С.В., Мануйлов И.А. // В сборнике: Автоматизированные информационные и электроэнергетические системы Материалы II Межвузовской научно-практической конференции. ФГБОУ ВПО КубГТУ. 2012. С. 38-40.

64. Математическое моделирование управления ценообразованием продукции предприятия / Аршинов Г.А., Лаптев С.В., Мануйлов И.А. // В сборнике: Математические методы и информационно-технические средства Труды VIII Всероссийской научно-практической конференции. Министерство внутренних дел Российской Федерации, Краснодарский университет; редакционная коллегия: Н.Н. Фролов, Е.В. Михайленко, И.Н. Старостенко. 2012. С. 7-8.

65. Математическое моделирование экономической деятельности перерабатывающих предприятий / Аршинов Г.А., Лаптев С.В. // В сборнике: Математические методы и информационно-технические средства материалы IX Всероссийской научно-практической конференции. Редколлегия: И.Н. Старостенко ответственный редактор, С.А. Вызулин, Е.В. Михайленко, Ю.Н. Сопильняк. 2013. С. 24-27.

66. Постановка курса "web-технологии в идентификации систем" / Лаптев С.В. // В сборнике: Качество современных образовательных услуг - основа конкурентоспособности вуза сборник статей по материалам межфакультетской учебно-методической конференции. Ответственный за выпуск М. В. Шаталова . 2016. С. 298-300.

67. Математическое моделирование отношений партнеров в современных формах интеграции сельскохозяйственных товаропроизводителей и перерабатывающих предприятий / Аршинов Г.А., Лойко В.И., Аршинов В.Г., Лаптев В.Н., Лаптев С.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 130. С. 1137-1159.

68. Анализ оборота капитала и цены на готовую продукцию в интегрированных объединениях АПК / Аршинов Г.А., Лаптев С.В., Аршинов В.Г. // Новые технологии. 2018. № 4. С. 96-101.

Spisok literatury` (References)

1. Lucenko E.V., Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda «E`jdos» («E`jdos-online»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlya E`VM, Zayavka № 2017618053 ot 07.08.2017, Gos.reg.№ 2017661153, zaregistr. 04.10.2017. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg, 2 u.p.l.

2. Lucenko E.V. Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda dlya obucheniya i nauchny`x issledovanij na baze ASK-analiza i sistemy` «E`j-dos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kuban-skogo

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lek-tronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №06(130). S. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf, 3,438 u.p.l. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

3. Lucenko E.V. Metrizaciya izmeritel`ny`x shkal razlichny`x tipov i sovmestnaya sopostavimaya kolichestvennaya obrabotka raznorodny`x faktorov v sistemno-kognitivnom analize i sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf, 1,562 u.p.l.

4. Lucenko E.V. Universal`naya avtomatizirovannaya sistema raspoznavaniya ob-razov "E`jdos" (versiya 4.1).-Krasnodar: KYuI MVD RF, 1995.- 76s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18630282

5. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy` i texnologiya adaptivnogo semantichesko-go analiza v podderzhke prinyatiya reshenij (na primere universal`noj avtomatiziro-vannoj sistemy` raspoznavaniya obrazov "E`JDOS-5.1"). - Krasnodar: KYuI MVD RF, 1996. - 280s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340

6. Simankov V.S., Lucenko E.V. Adaptivnoe upravlenie slozhny`mi sistemami na osnove teorii raspoznavaniya obrazov. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: TU KubGTU, 1999. - 318s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433

7. Simankov V.S., Lucenko E.V., Laptev V.N. Sistemny`j analiz v adaptivnom upravlenii: Monografiya (nauchnoe izdanie). /Pod nauch. red. V.S.Simankova. – Krasno-dar: ISTE`K KubGTU, 2001. – 258s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21747625

8. Lucenko E.V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz v upravle-nii aktivny`mi ob``ektami (sistemnaya teoriya informacii i ee primenenie v issledo-vanii e`konomicheskix, social`no-psixologicheskix, texnologicheskix i organizacion-no-texnicheskix sistem): Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909

9. Lucenko E.V. Intellektual`ny`e informacionny`e sistemy`: Uchebnoe posobie dlya studentov special`nosti 351400 "Prikladnaya informatika (po otraslyam)". – Krasnodar: KubGAU. 2004. – 633 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737

10. Lucenko E.V., Lojko V.I., Semanticheskie informacionny`e modeli upravle-niya agropromy`shlenny`m kompleksom. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2005. – 480 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635

11. Lucenko E.V. Intellektual`ny`e informacionny`e sistemy`: Uchebnoe posobie dlya studentov special`nosti "Prikladnaya informatika (po oblastyam)" i drugim e`ko-nomicheskim special`nostyam. 2-e izd., pererab. i dop.– Krasnodar: KubGAU, 2006. – 615 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632602

12. Lucenko E.V. Laboratorny`j praktikum po intellektual`ny`m informacion-ny`m sistemam: Uchebnoe posobie dlya studentov special`nosti "Prikladnaya informa-tika (po oblastyam)" i drugim e`konomicheskim special`nostyam. 2-e izd.,pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – 318s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721

13. Napriev I.L., Lucenko E.V., Chistilin A.N. Obraz-Ya i stilevy`e osobennosti deyatel`nosti sotrudnikov organov vnutrennix del v e`kstremal`ny`x usloviyax. Mono-grafiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2008. – 262 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683724

14. Lucenko E. V., Lojko V.I., Velikanova L.O. Prognozirovanie i prinyatie re-shenij v rastenievodstve s primeneniem texnologij iskusstvennogo intellekta: Mo-nografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 257 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683725

15. Trunev A.P., Lucenko E.V. Astrosociotipologiya: Monografiya (nauchnoe izda-nie). – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 264 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683727

16. Lucenko E.V., Korzhakov V.E., Laptev V.N. Teoreticheskie osnovy` i texnologiya primeneniya sistemno-kognitivnogo analiza v avtomatizirovanny`x sistemax obrabot-ki informacii i upravleniya (ASOIU) (na primere ASU vuzom): Pod nauch. red.d.e`.n., prof. E.V.Lucenko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Majkop: AGU. 2009. – 536 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18633313

17. Lucenko E.V., Korzhakov V.E., Ermolenko V.V. Intellektual`ny`e sistemy` v kontrollinge i menedzhmente srednix i maly`x firm: Pod nauch. red. d.e`.n., prof. E.V.Lucenko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Majkop: AGU. 2011. – 392 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683734

18. Napriev I.L., Lucenko E.V. Obraz-Ya i stilevy`e osobennosti lichnosti v e`ks-tremal`ny`x usloviyax: Monografiya (nauchnoe izdanie). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG,. 2012. – 262 s. Nomer proekta: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8.

19. Trunev A.P., Lucenko E.V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j ana-liz vliyaniya faktorov kosmicheskoj sredy` na noosferu, magnitosferu i litosferu Zemli: Pod nauch. red. d.t.n., prof. V.I.Lojko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Kras-nodar, KubGAU. 2012. – 480 s. ISBN 978-5-94672-519-4. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737

20. Trubilin A.I., Baranovskaya T.P., Lojko V.I., Lucenko E.V. Modeli i metody` upravleniya e`konomikoj APK regiona. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2012. – 528 s. ISBN 978-5-94672-584-2. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683702

21. Gorpinchenko K.N., Lucenko E.V. Prognozirovanie i prinyatie reshenij po vy`-boru agrotexnologij v zernovom proizvodstve s primeneniem metodov iskusstvennogo intellekta (na primere SK-analiza). Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasno-dar,KubGAU. 2013. – 168 s. ISBN 978-5-94672-644-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=20213254

22. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya interval`naya matematika. Mo-nografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220

23. Lucenko E.V. Universal`naya kognitivnaya analiticheskaya sistema «E`jdos". Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-830-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787

24. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Perspektivny`e matematicheskie i inst-rumental`ny`e metody` kontrollinga. Pod nauchnoj red. prof.S.G.Fal`ko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2015. – 600 s. ISBN 978-5-94672-923-9. http://elibrary.ru/item.asp?id=23209923

25. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Organizacionno-e`konomicheskoe, mate-maticheskoe i programmnoe obespechenie kontrollinga, innovacij i menedzhmenta: mo-nografiya / A. I. Orlov, E. V. Lucenko, V. I. Lojko ; pod obshh. red. S. G. Fal`ko. – Krasnodar : KubGAU, 2016. – 600 s. ISBN 978-5-00097-154-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=26667522

26. Laptev V. N., Meretukov G. M., Lucenko E. V., Tret`yak V. G., Napriev I. L.. : Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz i sistema «E`jdos» v pravooxra-nitel`noj sfere: monografiya / V. N. Laptev, G. M. Meretukov, E. V. Lucenko, V. G. Tret`yak, I. L. Napriev; pod nauchnoj redakciej prof. E. V. Lucenko. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 634 s. ISBN 978-5-00097-226-7. http://elibrary.ru/item.asp?id=28135358

27. Lucenko E. V., Lojko V. I., Laptev V. N. Sovremenny`e informacionno-kommunikacionny`e texnologii v nauchno-issledovatel`skoj deyatel`nosti i obrazova-nii: ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. I. Lojko, V. N. Laptev; pod obshh. red. E. V. Lu-cenko. – Krasnodar: KubGAU,. 2017. – 450s. ISBN 978-5-00097-265-6. http://elibrary.ru/item.asp?id=28996636

28. Lojko V. I., Lucenko E. V., Orlov A. I. Sovremenny`e podxody` v naukomet-rii: monografiya / V. I. Lojko, E. V. Lucenko, A. I. Orlov. Pod nauch. red. prof. S. G. Fal`ko – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 532 s. ISBN 978-5-00097-334-9. Rezhim dostupa: https://elibrary.ru/item.asp?id=29306423

29. Grushevskij S.P., Lucenko E. V., Lojko V. I. Izmerenie rezul`tatov nauchnoj deyatel`nosti: problemy` i resheniya / S. P. Grushevskij, E. V. Lucenko V. I. Lojko. Pod nauch. red. prof. E. V. Lucenko – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 343 s. ISBN 978-5-00097-446-9. https://elibrary.ru/item.asp?id=30456903

30. Lucenko E. V., Lojko V. I., Laptev V. N. Sistemy` predstavleniya i priobrete-niya znanij : ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. I. Lojko, V. N. Laptev. – Krasnodar : E`koinvest, 2018. – 513 s. ISBN 978-5-94215-415-8. https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755

31. Lojko V. I., Lucenko E. V., Orlov A. I. Sovremennaya cifrovaya e`konomika : monografiya / V. I. Lojko, E. V. Lucenko, A. I. Orlov. – Krasnodar : KubGAU, 2018. – 508 s. ISBN 978-5-00097-694-4. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649181

32. Lucenko E. V. , Laptev V. N., Sergeev A. E`. Sistemno-kognitivnoe modeliro-vanie v APK : ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. N. Laptev, A. E`. Sergeev, – Krasnodar : E`koinvest, 2018. – 518 s. ISBN 978-5-94215-416-5. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649123

33. Lucenko E.V. Intellektual`naya konsaltingovaya sistema vy`yavleniya texnolo-gicheskix znanij i prinyatiya reshenij po ix e`ffektivnomu primeneniyu na osnove sis-temno-kognitivnogo analiza biznes-processov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov, A.I. La-dy`ga // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudar-stvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №05(059). S. 79 – 110. – Shifr Informregistra: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 u.p.l.

34. Lucenko E.V. Invariantnoe otnositel`no ob``emov danny`x nechetkoe mul`ti-klassovoe obobshhenie F-mery` dostovernosti modelej Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal Kub-GAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №02(126). S. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf, 2 u.p.l.

35. Lucenko E.V. Kolichestvenny`j avtomatizirovanny`j SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual`noj sistemy` «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvenno-go agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Kras-nodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Re-zhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf, 2,688 u.p.l.

36. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizaciya na osnove znanij (klasterizaciya v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme «E`jdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j na-uchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dos-tupa: http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf, 3,062 u.p.l.

37. Lucenko E.V. Sistemnaya teoriya informacii i nelokal`ny`e interpretirue-my`e nejronny`e seti pryamogo scheta / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lek-tronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Na-uchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2003. – №01(001). S. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf, 0,812 u.p.l.

38. Lucenko E.V. Problemy` i perspektivy` teorii i metodologii nauchnogo po-znaniya i avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz kak avtomatizirovanny`j metod nauchnogo poznaniya, obespechivayushhij soderzhatel`noe fenomenologicheskoe mo-delirovanie / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhur-nal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №03(127). S. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf, 3,75 u.p.l.

39. Lucenko E.V. Tipovaya metodika i instrumentarij kognitivnoj strukturiza-cii i formalizacii zadach v SK-analize / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2004. – №01(003). S. 388 – 414. – IDA [article ID]: 0030401016. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/16.pdf, 1,688 u.p.l.

40. Lucenko E.V. Universal`ny`j informacionny`j variacionny`j princip raz-vitiya sistem / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhur-nal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №07(041). S. 117 – 193. – Shifr Informregistra: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf, 4,812 u.p.l.

41. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivny`j analiz funkcij i vosstanovlenie ix znachenij po priznakam argumenta na osnove apriornoj informacii (intellektual`-ny`e texnologii interpolyacii, e`kstrapolyacii, prognozirovaniya i prinyatiya reshenij po kartograficheskim bazam danny`x) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lek-tronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Na-uchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №07(051). S. 130 – 154. – Shifr Informregistra: 0420900012\0066, IDA [article ID]: 0510907006. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/06.pdf, 1,562 u.p.l.

42. Lucenko E.V. Universal`naya kognitivnaya analiticheskaya sistema «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Ku-banskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lek-tronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №09(083). S. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf, 1,812 u.p.l.

43. Lucenko E.V., Dragavceva I. A., Lopatina L.M., Avtomatizirovannaya sistema monitoringa, analiza i prognozirovaniya razvitiya sel`xozkul`tur "PROGNOZ-AGRO". Pat. № 2003610433 RF. Zayav. № 2002611927 RF. Opubl. ot 18.02.2003. – Rezhim dostu-pa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610433.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

44. Lucenko E.V., Dragavceva I. A., Lopatina L.M., Baza danny`x avtomatiziro-vannoj sistemy` monitoringa, analiza i prognozirovaniya razvitiya sel`xozkul`tur "PROGNOZ-AGRO". Pat. № 2003620035 RF. Zayav. № 2002620178 RF. Opubl. ot 20.02.2003. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003620035.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

45. Lucenko E.V., Dragavceva I. A., Lopatina L.M., Nemolyaev A.N., Podsistema agrometeorologicheskoj tipizacii let po uspeshnosti vy`rashhivaniya plodovy`x i ocen-ki sootvetstviya uslovij mikrozon vy`rashhivaniya ("AGRO-METEO-TIPIZACIYa"). Pat. № 2006613271 RF. Zayav. № 2006612452 RF. Opubl. ot 15.09.2006. – Rezhim dostu-pa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2006613271.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

46. Lucenko E.V., Marchenko N.N., Dragavceva I.A., Akopyan V.S.,Kostenko V.G., Avtomatizirovannaya sistema poiska komfortny`x uslovij dlya vy`rashhivaniya plodovy`x kul`tur (Sistema "Plodkomfort"). Pat. № 2008613272 RF. Zayav. № 2008612309 RF. Opubl. ot 09.07.2008. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2008613272.jpeg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

47. Lucenko E.V., Dragavceva I.A., Marchenko N.N., Svyatkina O.A., Ovcharenko L.I., Agroe`kologicheskaya sistema prognozirovaniya riska gibeli urozhaya plodovy`x kul`tur ot neblagopriyatny`x klimaticheskix uslovij zimne-vesennego perioda (Siste-ma «PROGNOZ-LIMIT». Pat. № 2009616032 RF. Zayav. № 2009614930 RF. Opubl. ot 30.10.2009. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616032.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

48. Savin I.Yu., Lucenko E.V., Dragavceva I.A., Mironenko N.Ya., Russo D.E`., Geoinformacionnaya baza danny`x «Pochvy` Krasnodarskogo kraya» . Svid. RosPatenta RF o gos.registracii bazy` danny`x, Zayavka № 2015620687 ot 11.06.2015, Gos.reg.№ 2015621193, zaregistr. 04.08.2015. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2015621193.jpg, 2 u.p.l.

49. Lopatina L.M. Konceptual`naya postanovka zadachi: "Prognozirovanie koliche-stvenny`x i kachestvenny`x rezul`tatov vy`rashhivaniya zadannoj kul`tury` v zadannoj tochke" / L.M. Lopatina, I.A. Dragavceva, E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2004. – №05(007). S. 86 – 100. – IDA [article ID]: 0070405008. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/08.pdf, 0,938 u.p.l.

50. Biometricheskaya ocenka polimorfizma sortogrupp vinograda Pino i Risling po morfologicheskim priznakam list`ev srednego yarusa krony` / L.P. Troshin, E.V. Lu-cenko, P.P. Podvalenko, A.S. Zvyagin // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauch-ny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №08(052). S. 1 – 14. – Shifr Informregistra: 0420900012\0097, IDA [article ID]: 0520908001. – Rezhim dos-tupa: http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/01.pdf, 0,875 u.p.l.

51. Lucenko E.V. Reshenie zadach ampelografii s primeneniem ASK-analiza izo-brazhenij list`ev po ix vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifika-ciya i identifikaciya) / E.V. Lucenko, D.K. Bandy`k, L.P. Troshin // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo univer-siteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №08(112). S. 862 – 910. – IDA [article ID]: 1121508064. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/64.pdf, 3,062 u.p.l.

52. Lucenko E.V. Kolichestvennoe izmerenie sxodstva-razlichiya klonov vinograda po konturam list`ev s primeneniem ASK-analiza i sistemy` «E`jdos» / E.V. Lucenko, L.P. Troshin, D.K. Bandy`k // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №02(116). S. 1205 – 1228. – IDA [article ID]: 1161602077. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/77.pdf, 1,5 u.p.l.

53. Lucenko E.V. Primenenie teorii informacii i kognitivny`x texnologij dlya resheniya zadach genetiki (na primere vy`chisleniya kolichestva informacii v genax o priznakax i svojstvax razlichny`x avtoxtonny`x sortov vinograda) / E.V. Lucenko, L.P. Troshin // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosu-darstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j re-surs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №07(121). S. 116 – 165. – IDA [article ID]: 1211607003. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/03.pdf, 3,125 u.p.l.

54. Karpun N.N. Issledovanie zavisimosti razvitiya kurchavosti list`ev persika ot pogodny`x uslovij vo vlazhny`x subtropikax Rossii (s primeneniem ASK-analiza) / N.N. Karpun, N.N. Leonov, E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j na-uchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №07(131). S. 572 – 594. – IDA

[article ID]: 1311707050. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/50.pdf, 1,438 u.p.l.

55. Lucenko E.V. Intellektual`naya konsaltingovaya sistema vy`yavleniya texnologicheskix znanij i prinyatiya reshenij po ix e`ffektivnomu primeneniyu na osnove sis-temno-kognitivnogo analiza biznes-processov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov, A.I. La-dy`ga // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudar-stvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №05(059). S. 79 – 110. – Shifr Informregistra: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 u.p.l.

56. Lucenko E.V. Avtomatizaciya Funkcional`no-stoimostnogo analiza i metoda "Direkt-kosting" na osnove ASK-analiza i sistemy` "E`jdos" (avtomatizaciya upravle-niya natural`noj i finansovoj e`ffektivnost`yu zatrat bez soderzhatel`ny`x texnologi-cheskix i finansovo-e`konomicheskix raschetov na osnove informacionny`x i kognitiv-ny`x texnologij i teorii upravleniya) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №07(131). S. 1 – 18. – IDA [article ID]: 1311707001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/01.pdf, 1,125 u.p.l.

57. Analiz sovremenny`x form integracii sel`skoxozyajstvenny`x tovaroproiz-voditelej i pererabaty`vayushhix predpriyatij APK / Arshinov G.A., Lojko V.I., Arshi-nov V.G., Laptev V.N., Laptev S.V. // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 123. S. 1392-1421.

58. Prichiny`, prepyatstvuyushhie sozdaniyu e`ffektivny`x ob``edinenij predpri-yatij molochnogo podkompleksa APK / Arshinov G.A., Lojko V.I., Arshinov V.G., Laptev V.N., Laptev S.V. // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kuban-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 123. S. 1422-1443.

59. Analiz uslovij obrazovaniya e`ffektivny`x ob``edinenij predpriyatij mo-lochnogo podkompleksa APK / Arshinov G.A., Lojko V.I., Arshinov V.G., Laptev V.N., Laptev S.V. //Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo go-sudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2017. № 132. S. 128-155.

60. Nelinejny`e dispersionny`e volny` v vyazkouprugix tonkostenny`x konstruk-ciyax / Laptev S.V. // Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata fiziko-matematicheskix nauk / Saratov, 2000

61. Funkciya skorosti sprosa i oborot vlozhennogo kapitala v integracionny`x strukturax APK / Arshinov V.G., Laptev S.V. // V sbornike: Matematicheskie metody` i informacionno-texnicheskie sredstva. II Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konfe-renciya. 2006. S. 7-9.

62. Matematicheskoe modelirovanie integracionny`x processov v APK / Arshi-nov V.G., Laptev S.V. // V sbornike: Matematicheskie metody` i informacionno-texnicheskie sredstva. II Vserossijskaya nauchno-prakticheskaya konferenciya. 2006. S. 5-6.

63. Nelinejnaya matematicheskaya model` cenoobrazovaniya produkcii pererabaty`vayushhego predpriyatiya / Stepanov V.V., Arshinov G.A., Laptev S.V., Manujlov I.A. // V sbornike: Avtomatizirovanny`e informacionny`e i e`lektroe`nergeticheskie sistemy` Materialy` II Mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. FGBOU VPO Kub-GTU. 2012. S. 38-40.

64. Matematicheskoe modelirovanie upravleniya cenoobrazovaniem produkcii predpriyatiya / Arshinov G.A., Laptev S.V., Manujlov I.A. // V sbornike: Matematiche-skie metody` i informacionno-texnicheskie sredstva Trudy` VIII Vserossijskoj nauch-no-prakticheskoj konferencii. Ministerstvo vnutrennix del Rossijskoj Federacii, Krasnodarskij universitet; redakcionnaya kollegiya: N.N. Frolov, E.V. Mixajlenko, I.N. Starostenko. 2012. S. 7-8.

65. Matematicheskoe modelirovanie e`konomicheskoj deyatel`nosti pererabaty`-vayushhix predpriyatij / Arshinov G.A., Laptev S.V. // V sbornike: Matematicheskie me-tody` i informacionno-texnicheskie sredstva materialy` IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. Redkollegiya: I.N. Starostenko otvetstvenny`j redaktor, S.A. Vy`zulin, E.V. Mixajlenko, Yu.N. Sopil`nyak. 2013. S. 24-27.

66. Postanovka kursa "web-texnologii v identifikacii sistem" / Laptev S.V. // V sbornike: Kachestvo sovremenny`x obrazovatel`ny`x uslug - osnova konkurentosposob-nosti vuza sbornik statej po materialam mezhfakul`tetskoj uchebno-metodicheskoj konferencii. Otvetstvenny`j za vy`pusk M. V. Shatalova . 2016. S. 298-300.

67. Matematicheskoe modelirovanie otnoshenij partnerov v sovremenny`x for-max integracii sel`skoxozyajstvenny`x tovaroproizvoditelej i pererabaty`vayushhix predpriyatij / Arshinov G.A., Lojko V.I., Arshinov V.G., Laptev V.N., Laptev S.V. // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvenno-go agrarnogo universiteta. 2017. № 130. S. 1137-1159.

68. Analiz oborota kapitala i ceny` na gotovuyu produkciyu v integrirovanny`x ob``edineniyax APK / Arshinov G.A., Laptev S.V., Arshinov V.G. // Novy`e texnologii. 2018. № 4. S. 96-101.