

УДК 004.8

08.00.13 - Математические и инструментальные методы экономики (экономические науки)

СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИИ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АПК¹

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Web of Science ResearcherID S-8667-2018
Scopus Author ID: 57188763047
РИНЦ id=123162, SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>
<https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko>

Лаптев Владимир Николаевич
к.т.н., доцент
Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

По результатам данной работы можно обоснованно сделать следующие выводы: 1) успешно созданы статистические и системно-когнитивные модели, отражающие влияние объемов и направленности инвестиций на результаты деятельности АПК; 2) достоверность модели INF3 в соответствии с общепринятым критерием достоверности Ван Ризбергера оказалась очень высокой, что позволяет корректно применить эту модель для решения последующих задач исследования влияния инвестиций на результаты деятельности АПК путем исследования наиболее достоверной из созданных моделей и разработки пользовательского алгоритма самостоятельного исследования влияния инвестиций на результаты деятельности АПК. Решению этих задач планируется посвятить последующие публикации

Ключевые слова: ВЛИЯНИЕ ИНВЕСТИЦИЙ, РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АПК, ИНФОРМАЦИОННО-КОГНИТИВНЫЙ МЕХАНИЗМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ, ОТКРЫТЫЕ СИСТЕМЫ

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-168-011>

UDC 004.8

08.00.13 - Mathematical and instrumental methods of Economics (Economics)

SYNTHESIS AND VERIFICATION OF STATISTICAL AND SYSTEM-COGNITIVE MODELS OF THE IMPACT OF INVESTMENTS ON THE RESULTS OF AGRIBUSINESS ACTIVITIES

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Web of Science ResearcherID S-8667-2018
Scopus Author ID: 57188763047
RSCI id=123162, SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>
<https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko>

Laptev Vladimir Nikolaevich
Dr.Sci.Econ.
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Based on the results of this work, we can reasonably draw the following conclusions: 1) successfully created statistical and system-cognitive models that reflect the impact of the volume and direction of investment on the results of the agro-industrial complex; 2) the reliability of the INF3 model in accordance with the generally accepted Van Rizbergen reliability criterion turned out to be very high, which allows us to correctly apply this model to solve subsequent problems of studying the impact of investments on the results of agricultural activities by studying the most reliable of the created models and developing a custom algorithm for independent research of the impact of investments on the results of agricultural activities. We have planned to devote subsequent publications to solving these problems

Keywords: IMPACT OF INVESTMENTS, RESULTS OF AGRIBUSINESS, INFORMATION AND COGNITIVE MECHANISM OF ADAPTIVE MANAGEMENT, OPEN SYSTEMS

¹ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № [19-010-00143](https://www.rfdb.ru/funding/project/number/19-010-00143)

СОДЕРЖАНИЕ

1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАДАЧ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ВЛИЯНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АПК С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННО-КОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	2
2. ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	4
3. ЗАДАЧА 2: ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	4
4. ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ	4
4.1. СИНТЕЗ МОДЕЛЕЙ.....	5
4.2. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ.....	9
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	13
ЛИТЕРАТУРА	14

1. Классификация задач, возникающих при исследовании влияния инвестиций на результаты деятельности АПК с применением информационно-когнитивных технологий

При исследовании влияния инвестиций на результаты деятельности АПК возникает ряд задач, решение которых представляет собой этапы автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) (Луценко, 2002) [1] (рисунок 1):

1. Когнитивная структуризация предметной области.
2. Формализация предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки).
3. Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей.
4. Решение задачи идентификации (распознавания, классификации, диагностики) и прогнозирования.
5. Решение задач принятия решений, т.е. управления (достижения целей).

6. Решение задачи исследования объекта моделирования путем исследования его модели.

Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос», повышение уровня системности данных, информации и знаний, повышение уровня системности моделей

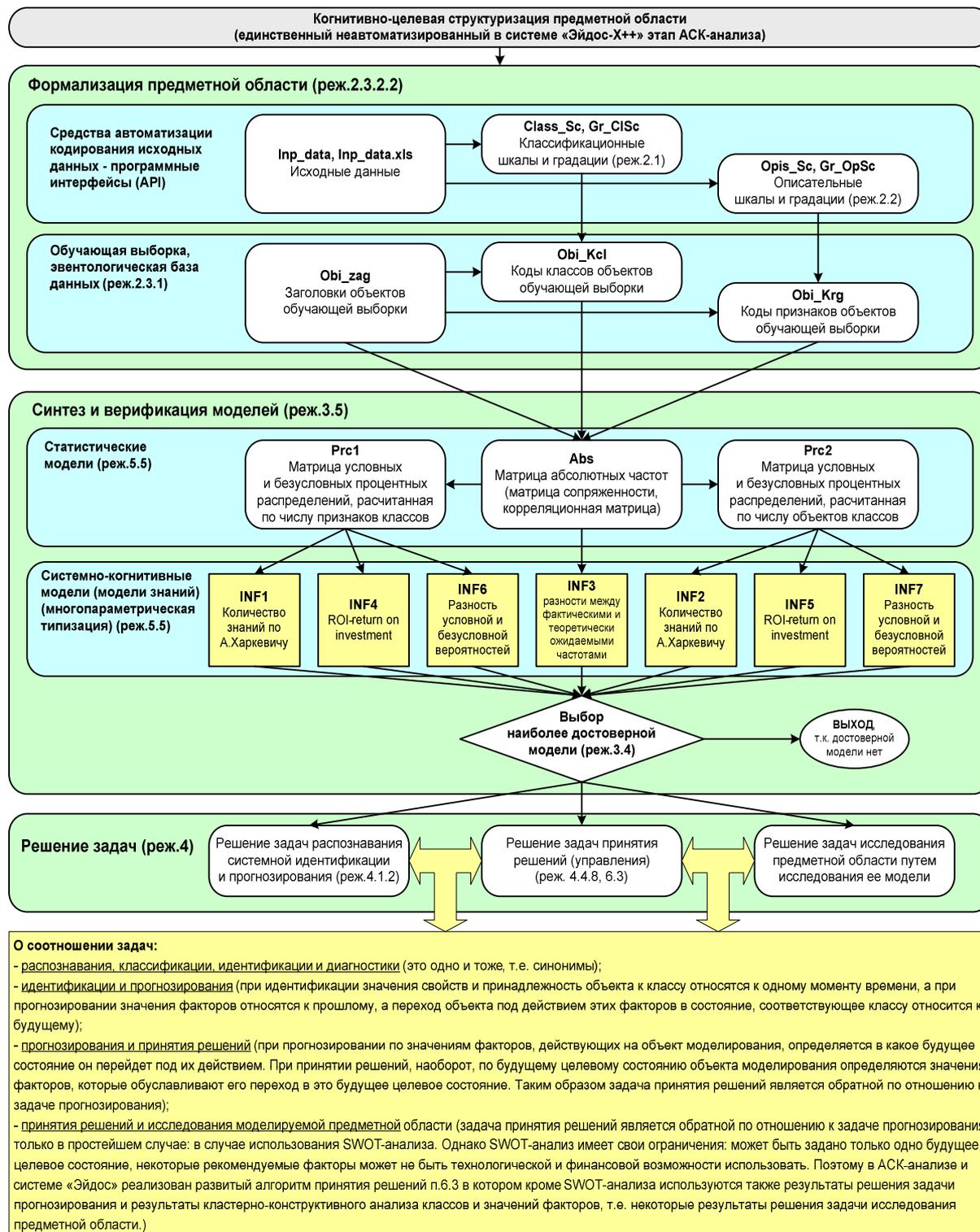


Рисунок 1. Этапы АСК-анализа

2. Задача 1: когнитивная структуризация предметной области

На этом этапе АСК-анализа решается, что мы рассматриваем как факторы, а что как результаты их влияния. В качестве факторов мы рассматриваем инвестиции различных объемов в различные отрасли и подотрасли АПК, а в качестве результатов их влияния – объемы производства различных видов сельскохозяйственной продукции [2].

3. Задача 2: формализация предметной области

Однако для синтеза моделей влияния объемов и направленности инвестиций на результаты работы АПК решения задачи 1 недостаточно. Необходимо еще разработать справочники значений инвестиционных факторов, влияющих на результаты деятельности АПК, а также справочники самих результатов деятельности АПК. Затем исходные данные необходимо закодировать с использованием этих справочников и получить в результате этого обучающую выборку. Эта задача решена в работе [3].

4. Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Решение первых двух задач АСК-анализа в работах [1, 2] создало все необходимые и достаточные условия для решения 3-й задачи, т.е. для синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦ. ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	2. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦ. ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	3. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦ. ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	4. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	5. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	6. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	7. ПОЛУЧЕНО ЯИЦ ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	8. ПОЛУЧЕНО ЯИЦ ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ
		1/3 (286,5, 340,0)	2/3 (340,0, 394,1)	3/3 (394,1, 773,3)	1/3 (1081,0, 1270,6)	2/3 (1270,6, 1419,0)	3/3 (1419,0, 1948,0)	1/3 (1285,5, 1412,8)	2/3 (1285,5, 1412,8)
1	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-1/4-(5.0000000, 743.0000000)			3			3		1
2	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-2/4-(743.0000000, 9933.0000000)	1	1	1	1		2	1	2
3	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-3/4-(9933.0000000, 26243.0000000)	2	1	1	2	1		3	
4	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-4/4-(26243.0000000, 74655.0000000)	1	2	1	1	3			1
5	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-1/4-(5.0000000, 743.0000000)			3			3		1
6	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-2/4-(743.0000000, 6159.0000000)	1	1	1	1		2	1	2
7	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-3/4-(6159.0000000, 21297.0000000)	2	1	2	2	1		3	
8	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-4/4-(21297.0000000, 57685.0000000)	1	2	1	1	3			1
9	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-1/4-(1.0000000, 100.0000000)			3			3		1
10	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-2/4-(100.0000000, 1594.0000000)		2	1			1	2	1
11	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-3/4-(1594.0000000, 3361.0000000)	3			3				3
12	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-4/4-(3361.0000000, 8300.0000000)	1	2	1	1	3			1
13	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-1/4-(2.0000000, 88.0000000)			3			3		1
14	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-2/4-(88.0000000, 555.0000000)	1	1	1	1		2	1	2
15	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-3/4-(555.0000000, 1315.0000000)	2	1	1	2	1		3	
16	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-4/4-(1315.0000000, 4076.0000000)	1	2	1	1	3			1
17	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-1/4-(1.0000000, 3.0000000)			2			1	3	1
18	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-2/4-(3.0000000, 4.0000000)	1			1				1
19	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-3/4-(4.0000000, 16.0000000)								

Рисунок 3. Статистическая модель ABS (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ВЫРАЩЕ. МЯСА (РЕАЛИЗ. ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	2. ВЫРАЩЕ. МЯСА (РЕАЛИЗ. ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	3. ВЫРАЩЕ. МЯСА (РЕАЛИЗ. ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	4. ПОЛУЧЕ. МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	5. ПОЛУЧЕ. МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	6. ПОЛУЧЕ. МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	7. ПОЛУЧЕ. ЯИЦ ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	8. ПОЛУЧЕ. ЯИЦ ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	9. ПОЛУЧЕ. ЯИЦ ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ
		1/3 (286,5, 340,0)	2/3 (340,0, 394,1)	3/3 (394,1, 773,3)	1/3 (1081,0, 1270,6)	2/3 (1270,6, 1419,0)	3/3 (1419,0, 1948,0)	1/3 (1285,5, 1412,8)	2/3 (1285,5, 1412,8)	3/3 (1412,8, 1752,2)
1	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-1/4-(5.0000000, 743.0000000)			60,000			60,000	25,000	40,000	
2	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-2/4-(743.0000000, 9933.0000000)	25,000	25,000	20,000	25,000		40,000	25,000	60,000	
3	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-3/4-(9933.0000000, 26243.0000000)	50,000	25,000		50,000	25,000		75,000		
4	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-4/4-(26243.0000000, 74655.0000000)	25,000	50,000	20,000	25,000	75,000			25,000	
5	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-1/4-(5.0000000, 743.0000000)			60,000			60,000	25,000	40,000	
6	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-2/4-(743.0000000, 6159.0000000)	25,000	25,000	20,000	25,000		40,000	25,000	60,000	
7	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-3/4-(6159.0000000, 21297.0000000)	50,000	25,000		50,000	25,000		75,000		
8	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-4/4-(21297.0000000, 57685.0000000)	25,000	50,000	20,000	25,000	75,000			25,000	
9	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-1/4-(1.0000000, 100.0000000)			60,000			60,000	25,000	40,000	
10	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-2/4-(100.0000000, 1594.0000000)		50,000	20,000		25,000	40,000	25,000	50,000	
11	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-3/4-(1594.0000000, 3361.0000000)	75,000			75,000			75,000		
12	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-4/4-(3361.0000000, 8300.0000000)	25,000	50,000	20,000	25,000	75,000			25,000	
13	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-1/4-(2.0000000, 88.0000000)			60,000			60,000	25,000	40,000	
14	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-2/4-(88.0000000, 555.0000000)	25,000	25,000	20,000	25,000		40,000	25,000	60,000	
15	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-3/4-(555.0000000, 1315.0000000)	50,000	25,000		50,000	25,000		75,000		
16	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-4/4-(1315.0000000, 4076.0000000)	25,000	50,000	20,000	25,000	75,000			25,000	
17	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-1/4-(1.0000000, 3.0000000)		50,000	40,000			60,000	25,000	75,000	
18	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-2/4-(3.0000000, 4.0000000)	25,000			25,000			25,000		
19	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-3/4-(4.0000000, 16.0000000)	25,000	25,000		25,000	25,000		25,000	25,000	

Рисунок 4. Статистическая модель PRC2 (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦИЯ) ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	2. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦИЯ) ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	3. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦИЯ) ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	4. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	5. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	6. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ	7. ПОЛУЧЕНО ЯИЦ ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ
		1/3 (286,5, 340,0)	2/3 (340,0, 394,1)	3/3 (394,1, 773,3)	1/3 (1081,0, 1270,6)	2/3 (1270,6, 1419,0)	3/3 (1419,0, 1948,0)	1/3 (1285,5, 1412,8)
1	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-1/4-(5.0000000, 743.0000000)				0,946			0,946
2	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-2/4-(743.0000000, 9933.0000000)	0,016	0,016	-0,008	0,016		0,565	0,016
3	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-3/4-(9933.0000000, 26243.0000000)	0,545	-0,028		0,545	-0,028		0,880
4	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН РУБ.-4/4-(26243.0000000, 74655.0000000)	-0,228	0,345	-0,252	-0,228	0,680		
5	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-1/4-(5.0000000, 743.0000000)				0,946			0,946
6	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-2/4-(743.0000000, 6159.0000000)	0,016	0,016	-0,008	0,016		0,565	0,016
7	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-3/4-(6159.0000000, 21297.0000000)	0,545	-0,028		0,545	-0,028		0,880
8	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН РУБ.-4/4-(21297.0000000, 57685.0000000)	-0,228	0,345	-0,252	-0,228	0,680		
9	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-1/4-(1.0000000, 100.0000000)				0,946			0,946
10	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-2/4-(100.0000000, 1594.0000000)		0,569	-0,008		0,016	0,565	0,016
11	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-3/4-(1594.0000000, 3361.0000000)	0,880			0,880			0,880
12	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН РУБ.-4/4-(3361.0000000, 8300.0000000)	-0,228	0,345	-0,252	-0,228	0,680		
13	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-1/4-(2.0000000, 88.0000000)				0,946			0,946
14	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-2/4-(88.0000000, 555.0000000)	0,016	0,016	-0,008	0,016		0,565	0,016
15	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-3/4-(555.0000000, 1315.0000000)	0,545	-0,028		0,545	-0,028		0,880
16	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-4/4-(1315.0000000, 4076.0000000)	-0,228	0,345	-0,252	-0,228	0,680		
17	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-1/4-(1.0000000, 3.0000000)		0,347	0,323		-0,226	0,658	-0,226
18	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-2/4-(3.0000000, 4.0000000)	0,880			0,880			0,880
19	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН РУБ.-3/4-(4.0000000, 16.0000000)	0,880	0,880		0,880	0,880		0,880

Рисунок 5. Системно-когнитивная модель INF1 (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦИЯ) ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ 1/3 (286,5, 340,0)	2. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦИЯ) ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ 2/3 (340,0, 384,1)	3. ВЫРАЩЕНО МЯСА (РЕАЛИЗАЦИЯ) ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ 3/3 (384,1, 773,3)	4. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ 1/3 (1081,0, 1270,6)	5. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ 2/3 (1270,6, 1419,0)	6. ПОЛУЧЕНО МОЛОКА ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ 3/3 (1419,0, 1948,0)	7. ПОЛУЧЕНО ЯИЦ ПО ВСЕМ КАТЕГОРИЯМ ХОЗЯЙСТВ 1/3 (1153,9, 1285,5)
1	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-1/4-(5 000000, 743 0000000)	-0,928	-0,928	2,045	-0,928	-0,928	2,045	-0,928
2	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-2/4-(743 000000, 9933 0000000)	0,019	0,019	-0,010	0,019	-0,991	0,990	0,019
3	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-3/4-(9933 000000, 26243 0000000)	0,966	-0,034	-1,064	0,966	-0,034	-1,064	1,966
4	ИНВЕСТИЦИИ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-4/4-(26243 000000, 74655 0000000)	-0,318	0,682	-0,357	-0,318	1,682	-1,357	-1,318
5	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-1/4-(5 000000, 743 0000000)	-0,928	-0,928	2,045	-0,928	-0,928	2,045	-0,928
6	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-2/4-(743 000000, 9933 0000000)	0,019	0,019	-0,010	0,019	-0,991	0,990	0,019
7	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-3/4-(9933 000000, 21297 0000000)	0,966	-0,034	-1,064	0,966	-0,034	-1,064	1,966
8	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ВСЕГО, МЛН.РУБ.-4/4-(21297 000000, 57695 0000000)	-0,318	0,682	-0,357	-0,318	1,682	-1,357	-1,318
9	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН.РУБ.-1/4-(1 0000000, 100 0000000)	-0,928	-0,928	2,045	-0,928	-0,928	2,045	-0,928
10	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН.РУБ.-2/4-(100 000000, 1594 0000000)	-0,991	1,019	-0,010	-0,991	0,019	0,990	0,019
11	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН.РУБ.-3/4-(1594 000000, 3361 0000000)	1,966	-1,034	-1,064	1,966	-1,034	-1,064	1,966
12	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МЛН.РУБ.-4/4-(3361 000000, 9300 0000000)	-0,318	0,682	-0,357	-0,318	1,682	-1,357	-1,318
13	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН.РУБ.-1/4-(2 000000, 88 0000000)	-0,928	-0,928	2,045	-0,928	-0,928	2,045	-0,928
14	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН.РУБ.-2/4-(88 000000, 555 0000000)	0,019	0,019	-0,010	0,019	-0,991	0,990	0,019
15	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН.РУБ.-3/4-(555 000000, 1315 0000000)	0,966	-0,034	-1,064	0,966	-0,034	-1,064	1,966
16	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН.РУБ.-4/4-(1315 000000, 4076 0000000)	-0,318	0,682	-0,357	-0,318	1,682	-1,357	-1,318
17	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН.РУБ.-1/4-(1 000000, 3 0000000)	-1,314	0,686	0,647	-1,314	-0,314	1,647	-0,314
18	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН.РУБ.-2/4-(3 000000, 4 0000000)	0,655	-0,345	-0,355	0,655	-0,345	-0,355	0,655
19	ИНВ. В ОСН.КАП.ПО КРУПН. И СРЕДН.ПРЕДПР. - ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО, МЛН.РУБ.-3/4-(4 000000, 16 0000000)	-0,331	0,687	-0,364	-0,331	1,687	-1,364	-0,331

Рисунок 6. Системно-когнитивная модель INF3 (фрагмент)

Различные модели отличаются способом расчета, т.е. частными критериями знаний (рисунок 7):

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
INF1 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу. Вероятность того, что если у объекта j -го класса обнаружен признак, то это i -й признак	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_iN_j}$
INF2 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект j -го класса, то у него будет обнаружен i -й признак.	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_iN_j}$
INF3 , частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_iN_j}{N}$
INF4 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
INF5 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
INF6 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – 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: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

Рисунок 7. Частные критерии знаний, используемые в системе «Эйдос»

При решении задачи идентификации используются различные интегральные критерии (рисунок 8):

Интегральный критерий «Сумма знаний» представляет собой 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, представленных в help режима 3.3:

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

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.:

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

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).

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, представленных в help режима 3.3 и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_I \sigma_L M} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j) (L_i - \bar{L}),$$

где:

M – количество градаций описательных шкал (признаков);

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

\bar{L} – среднее по вектору объекта;

σ_I – 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.:

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

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).

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия «Сумма знаний» после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_i}.$$

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.

Рисунок 8. Интегральные критерии знаний,
используемые в системе «Эйдос»

4.2. Верификация моделей

Верификация моделей – это процесс измерения их достоверности, адекватности, правильности отражения в модели моделируемой предметной области.

Если модель адекватна, то ее корректно использовать для решения различных задач: идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области. Если же модель неадекватна то этого делать ни в коем случае нельзя. Если же степень адекватности модели неизвестна (не оценивалась), то ее применение для решения задач выработки рекомендаций, предназначенных для реализации на практике, является крайне безответственным и авантюристичным, а точнее сказать просто профанацией и дискредитацией всей науки о прогнозировании и принятии решений. Причина очень проста: если модель с неизвестной достоверностью окажется неадекватна, то применение на практике рекомендаций, выработанных с ее применением, может иметь самые тяжелые и даже тяжкие последствия.

Эту адекватность моделей можно оценивать путем сравнения результатов решения различных задач в этих моделях с фактом с использованием ретроспективных данных (данных прошлых периодов). Для этого могут быть использованы задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики) и прогнозирования. А задача принятия решений для этого не подходит, т.к. не может быть решена на ретроспективных данных и предполагает применение результатов решения этой задачи на практике до оценки достоверности модели, что неприемлемо.

Задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели подходит для оценки достоверности модели только в том случае, если предметная область уже хорошо изучена.

В программном инструментарии АСК-анализа интеллектуальной системе «Эйдос» адекватность моделей оценивается путем исследования результатов решения задачи идентификации объектов обучающей выборки, т.к. это самый простой вариант. Для количественной оценки достоверности используется классическая F-мера Ван Ризбергена и ее нечеткое мультиклассовое обобщение, инвариантное относительно объема выборки, предложенная автором [4]. Верификация моделей осуществляется в том же режиме 3.5 системы «Эйдос», что и их синтез. Результаты верификации моделей приведены в экранных формах режима 3.4 системы «Эйдос» на рисунках 9, 10, 11, 12. Экранные формы helps этого режима приведены на рисунках 9, 10.

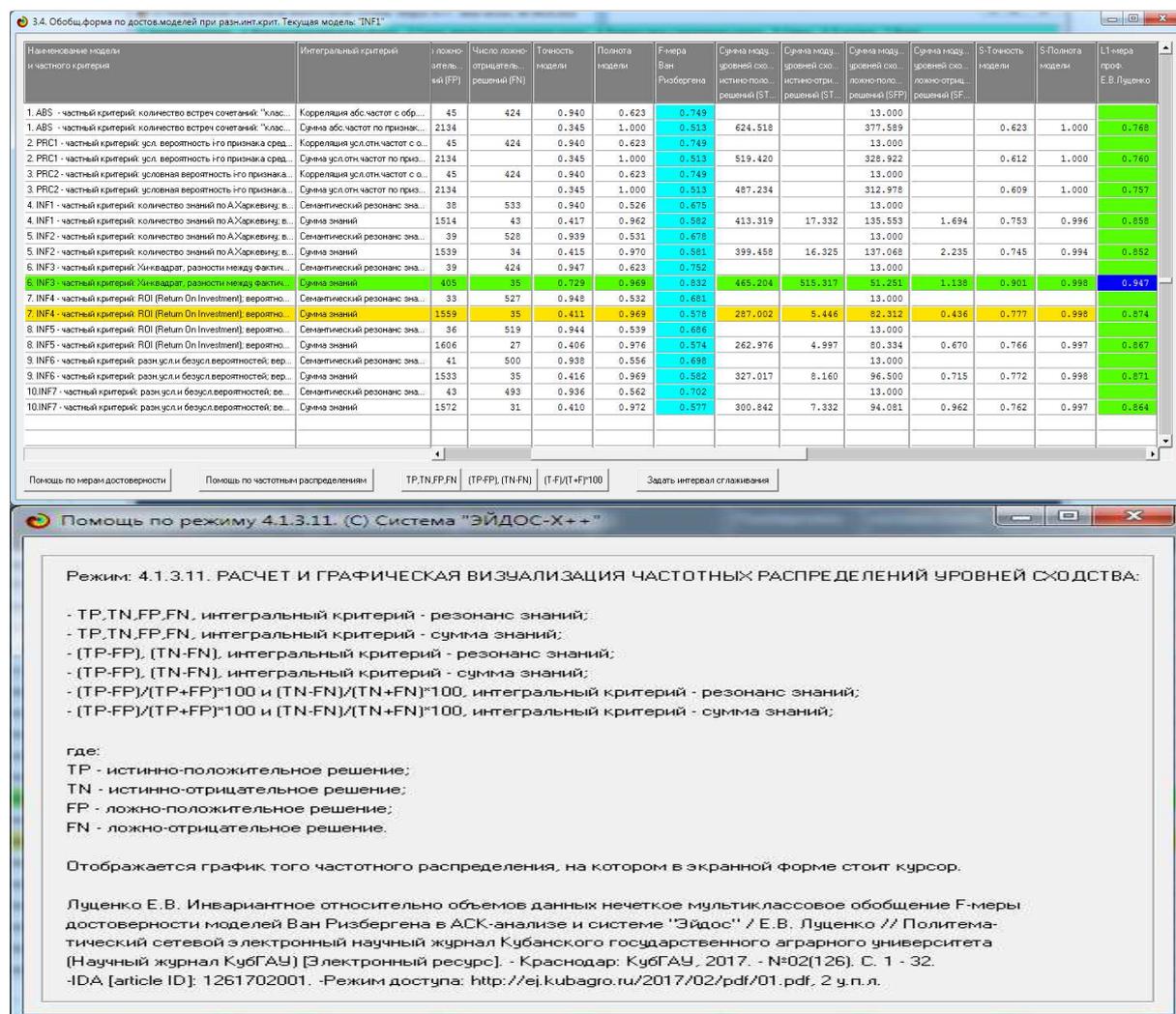


Рисунок 9. Результаты верификации моделей и help режима 3.4

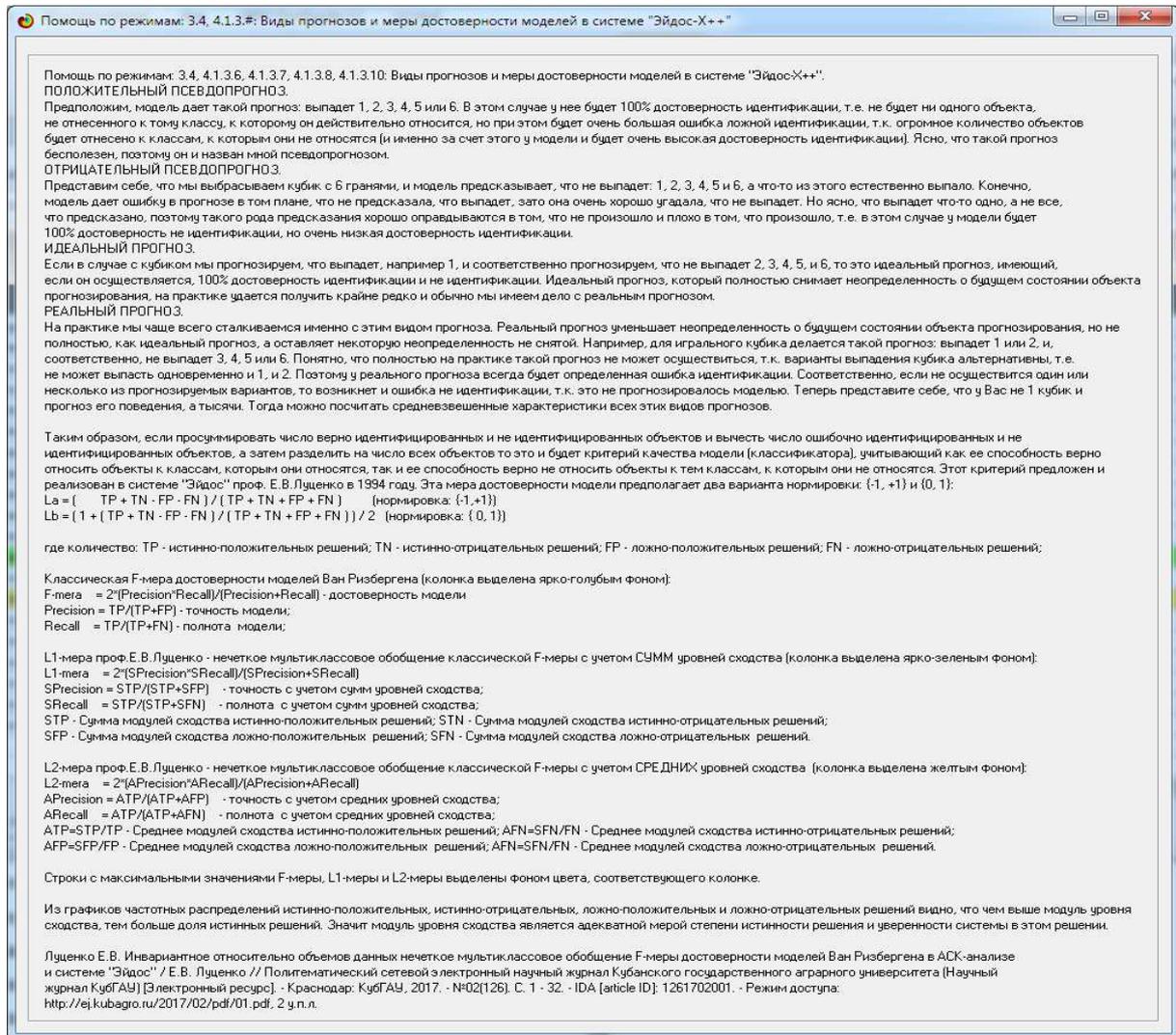


Рисунок 10. Непр режима 3.4

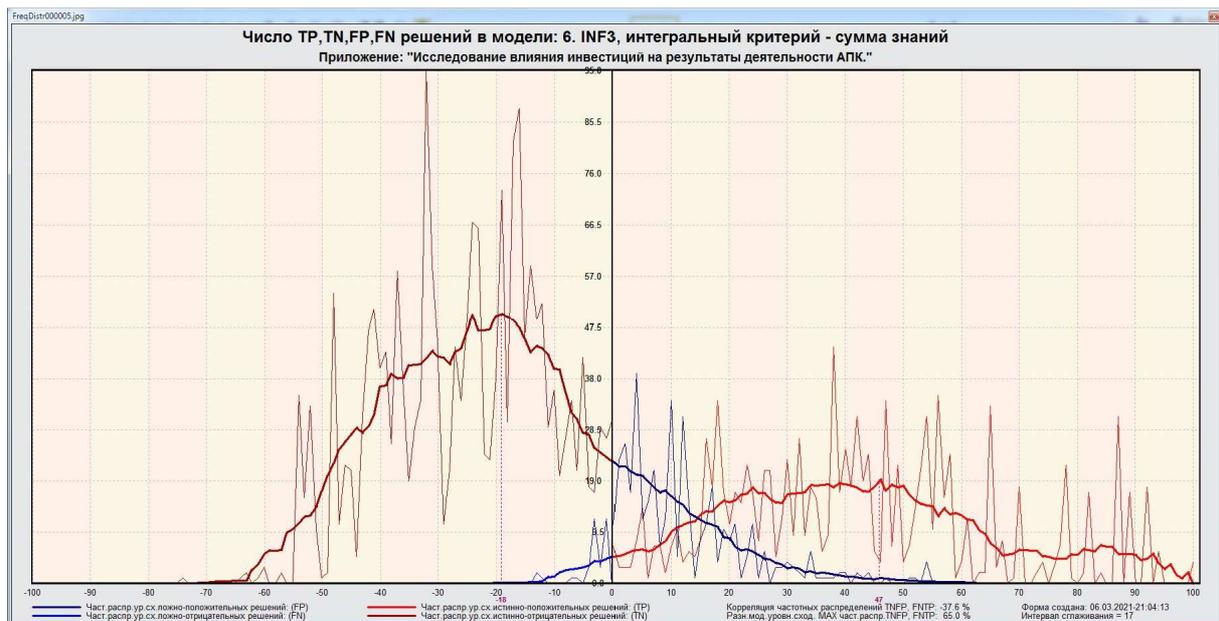


Рисунок 11. Частное распределение числа истинных и ложных, положительных и отрицательных решений при разных уровнях сходства

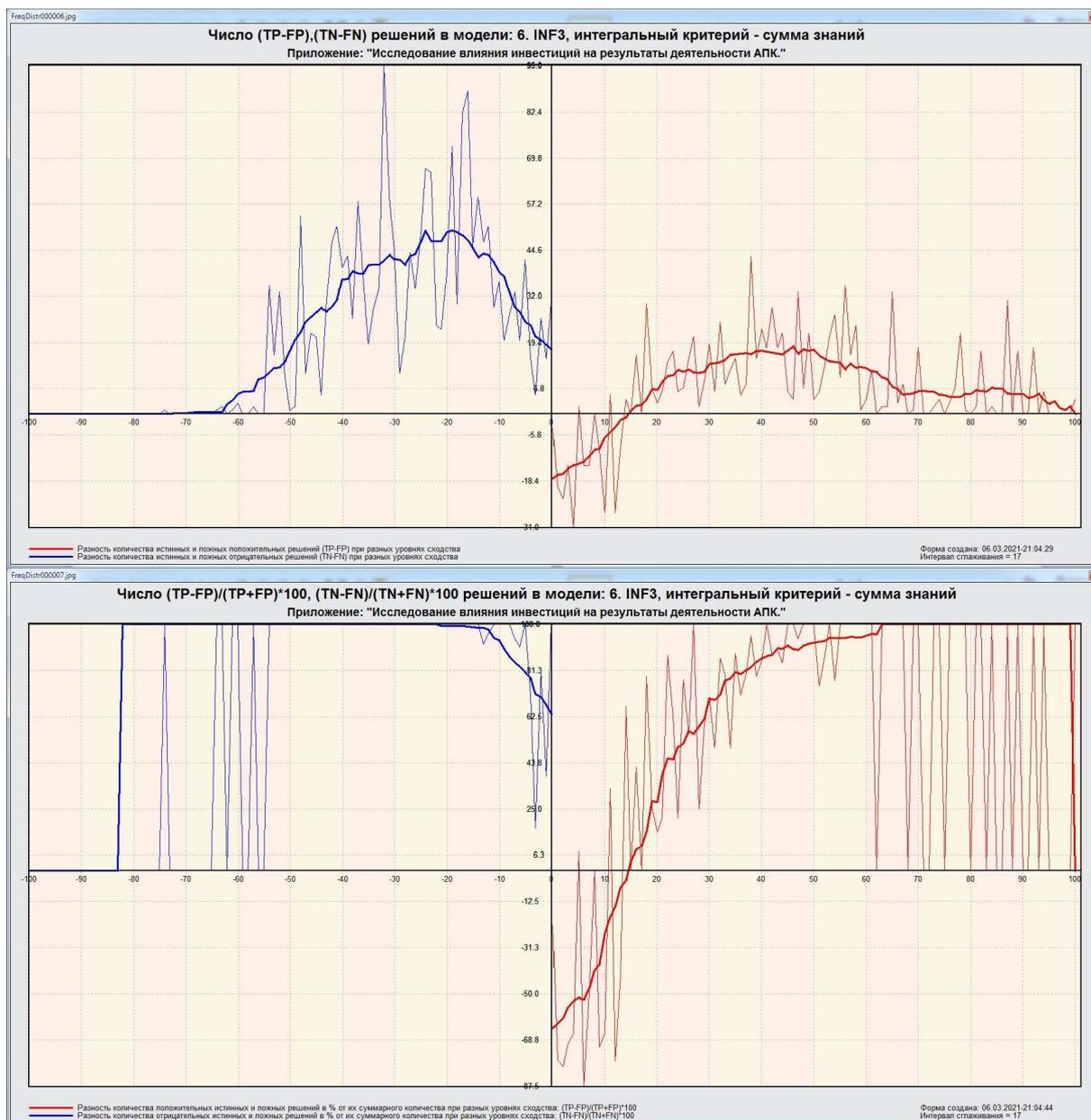


Рисунок 12. Частное распределение числа истинных и ложных, положительных и отрицательных решений при разных уровнях сходства

Из рисунков 11 и 12 мы видим, что истинных отрицательных решений для всех уровней различия всегда значительно больше, чем ложных, причем при уровнях различия ниже -15% ложных решений вообще нет.

Для положительных решений картина более сложная:

– при очень низких уровнях сходства: от 0% до 15% ложных решений больше, чем истинных;

– при средних уровнях сходства: от 15% до 60% истинных решений больше, чем ложных, причем, чем выше уровень сходства, тем доля истинных решений выше;

– при высоких уровнях сходства выше 60% ложных решений вообще нет.

Таким образом, анализ рисунков 9, 11 и 12 позволяет сделать обоснованный вывод о том, что полученная модель INF3 имеют высокую достоверность: 0,832 по F-мере Ван Ризбергена и 0,947 по ее нечеткому мультиклассовому обобщению, предложенному проф.Е.В.Луценко [4]. Это очень хорошие результаты (при максимуме 1,000), особенно, если учесть сложность и специфику моделируемой предметной области.

Заключение

По результатам данной работы можно обоснованно сделать следующие выводы:

1. Еспешно созданы статистические и системно-когнитивные модели, отражающие влияние объемов и направленности инвестиций на результаты деятельности АПК.

2. Достоверность модели INF3 в соответствии с общепринятым критерием достоверности Ван Ризбергена оказалась очень высокой, что позволяет корректно применить эту модель для решения последующих задач:

– исследование влияния инвестиций на результаты деятельности АПК путем исследования наиболее достоверной из созданных моделей.

– разработка пользовательского алгоритма самостоятельного исследования влияния инвестиций на результаты деятельности АПК.

Решению этих задач планируется посвятить последующие публикации [5-18].

Литература

1. 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>

2. Луценко Е.В. Информационно-когнитивная технология исследования влияния инвестиций на результаты деятельности АПК (когнитивная структуризация предметной области) / Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №09(163). С. 303 – 318. – IDA [article ID]: 1632009026. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/26.pdf>, 1 у.п.л.

3. Луценко Е.В. Информационно-когнитивная технология исследования влияния инвестиций на результаты деятельности АПК (формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №10(164). С. 128 – 140. – IDA [article ID]: 1642010009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/10/pdf/09.pdf>, 0,812 у.п.л.

References

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

2. Lucenko E.V. Informacionno-kognitivnaya texnologiya issledovaniya vliyaniya investicij na rezul`taty` deyatel`nosti APK (kognitivnaya strukturizaciya predmetnoj oblasti) / E.V. Lucenko, V.N. Laptev // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2020. – №09(163). S. 303 – 318. – IDA [article ID]: 1632009026. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/26.pdf>, 1 u.p.l.

3. Lucenko E.V. Informacionno-kognitivnaya texnologiya issledovaniya vliyaniya investicij na rezul`taty` deyatel`nosti APK (formalizaciya predmetnoj oblasti) / E.V. Lucenko, V.N. Laptev // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2020. – №10(164). S. 128 – 140. – IDA [article ID]: 1642010009. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2020/10/pdf/09.pdf>, 0,812 u.p.l.