

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ
КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ (часть 1-я: решение задачи-1: когнитивная струк-
туризация и формализация предметной области; задачи-2: синтез и верификация моде-
лей путем многопараметрической типизации; задачи-3: системная идентификация)**

¹Lutsenko Eugeny Veniaminovich, Irfan Ali Channa²,

¹Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia

²Beijing University of Chemical Technology, Beijing, China

prof.lutsenko@gmail.com, <http://lc.kubagro.ru>,

Аннотация. Проблемой, решаемой в работе, является оценка качества электро-энергии на основе измерений значений напряжения. Сами временные ряды значений напряжения (отсчеты) за определенный период времени получить не сложно. Но как потом на их основе понять, к какой категории качества относится электрическая энергия за этот период времени? По сути это означает, что мы рассматриваем электрическое напряжение как сигнал, несущий информацию о категории качества и чтобы решить проблему нам необходимо идентифицировать категорию сигнала по его отсчетам. Целью работы является решение поставленной проблемы путем создания адаптивной интеллектуальной информационно-измерительной системы качества электро-энергии. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос». Путем декомпозиции поставленная цель разбивается на ряд задач, решение каждой из которых проще, чем достижение цели и являющихся этапами ее достижения: задача-1: когнитивная структуризация и формализация предметной области; задача-2: синтез и верификация моделей путем многопараметрической типизации; задача-3: решение задачи системной идентификации; задача-4: решение задачи принятия решений (многопараметрическая типизация классов, т.е. SWOT-анализ и развитый алгоритм принятия решений); задача-5: решение задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. При решении задачи 1 в качестве классов распознавания выбраны следующие категории качества электрических сигналов: Flicker, Harmonics, Impulsive Transient, Interruption, Normal, Oscillatory Transient, Periodic Notch, Sag, Spike, Swell. В обучающей выборке системе «Эйдос» приведены примеры электрических сигналов всех этих категорий качества. На основе этого решена задача 2, т.е. созданы модели предметной области, выбрана наиболее достоверная из них по L2-критерию проф.Е.В.Луценко (нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры Ван Ризбергена) и в этой модели решена задача идентификации качества сигнала по его отсчетам.

Keywords: Automated system-cognitive analysis (ASC-analysis), "Eidos" intellectual system, Power quality, Adaptive intelligent power quality information and measurement system

Введение (Introduction)

Проблемой, решаемой в работе, является оценка качества электроэнергии на основе измерений значений напряжения.

Сами временные ряды значений напряжения (отсчеты) за определенный период времени получить не сложно. Но как потом на их основе понять, к какой категории качества относится электрическая энергия за этот период времени?

Традиционно это делается человеком-экспертом путем неформализуемых экспертных оценок, основанных на опыте, интуиции и профессиональной компетенции. Эти оценки получать трудоемко, дорого, и они не обладают достаточной объективностью и сопоставимостью, т.е. не соответствуют требованиям времени. Иначе говоря эти экспертные оценки сложно и даже не совсем корректно использовать для изучения динамики качества электроэнергии и сравнения этого качества от различных поставщиков, использующих различные технологии генерации или поставки электроэнергии.

Как решает задачу оценки качества электроэнергии эксперт? Он имеет *опыт*, т.е. видел много примеров качественного и не очень качественного электроснабжения. На основе этого опыта у него возникли *обобщенные образы*, отражающие качественный и некачественный электрический сигнал. Получая информацию о некотором *конкретном* электрическом сигнале эксперт может неформальным путем сравнить его с этими ранее сформированными обобщенными образами различных категорий качества.

По сути это означает, что эксперт рассматривает электрическое напряжение как сигнал, несущий информацию о категории качества и чтобы решить проблему нам необходимо идентифицировать категорию сигнала по его отсчетам.

Предлагается решить поставленную в работе проблему путем автоматизации функций эксперта с применением современных автоматизированных интеллектуальных технологий.

Целью работы является решение поставленной проблемы путем создания адаптивной интеллектуальной информационно-измерительной системы качества электроэнергии [11]. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

Путем декомпозиции поставленная цель разбивается на ряд *задач*, решение каждой из которых проще, чем достижение исходной цели и является этапом ее достижения:

задача-1: когнитивная структуризация и формализация предметной области;

задача-2: синтез и верификация моделей путем многопараметрической типизации;

задача-3: решение задачи системной идентификации;

задача-4: решение задачи принятия решений (многопараметрическая типизация классов, т.е. SWOT-анализ и развитый алгоритм принятия решений);

задача-5: решение задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Ниже кратко рассмотрим решение первых трех из этих задач.

Материалы и методы (Materials and methods)

Обоснование выбора метода и инструмента решения проблемы

Automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) and Eidos-X++ [1] system differs from other artificial intelligence systems in the following parameters:

- it was developed in a universal setting, independent of the subject area. Therefore, it is universal and can be applied in many subject areas (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>);

- it is in full open free access (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) and has all the relevant source texts (http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt);

- it is one of the first domestic systems of artificial intelligence of the personal level, i.e. it does not take special training in the field of technologies of artificial intelligence from the user (there is an act of introduction of system "Eidos" in 1987) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- it provides stable identification in a comparable form of strength and direction of cause-effect relationships in incomplete noisy interdependent (nonlinear) data of very large dimension of numerical and non-numerical nature, measured in different types of scales (nominal, ordinal and numerical) and in different units of measurement (i.e. does not impose strict requirements to the data that cannot be performed, and processes the data that can);

- it contains a large number of local (supplied with the installation) and cloud educational and scientific applications (currently 31 and 205 (http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/WebAppls.htm), respectively) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- it provides multilingual interface support in 51 languages. The language databases are included in the installation and can be replenished automatically;

- it supports on-line environment of knowledge accumulation and is widely used all over the world (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>);

- the most time-consuming, computationally, are the operations of the synthesis models and implements recognition using graphic processing unit (GPU) where some tasks can only support up to several thousand times; the solution of these tasks is intelligent processing of big data, big information and big knowledge;

- it provides transformation of the initial empirical data into information, and its knowledge and solution using this knowledge of classification problems, decision support and research of the subject area by studying its system-cognitive model, generating a very large number of tabular and graphical output forms (development of cognitive graphics), many of which have no analogues in other systems (examples of forms can be found in: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf);

- it well imitates the human style of thinking: gives the results of the analysis, understandable to experts according to their experience, intuition and professional competence.

- instead of making almost impossible demands on the source data (such as the normality of distribution, absolute accuracy and complete repetitions of all combinations of

factor values and their complete independence and additivity), the automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) offers to process this data without any preliminary processing and thereby transform it into information, and then transform this information into knowledge by applying it to achieve goals (i.e. for the management) and solving problems of classification, decision support, and meaningful empirical research of the domain being modeled.

What is the strength of the approach implemented in Eidos system? The strength is implementing an approach whose effectiveness does not depend on what we think about the subject area or whether we think at all. It generates models directly based on empirical data, rather than based on our understanding of the mechanisms for implementing patterns in this data. This is why Eidos models are effective, even if our understanding of the subject area is incorrect or totally absent. And this as well is the weakness of this approach implemented in Eidos system. Models of the Eidos system are phenomenological models, i.e. they do not reflect the mechanisms of determination, but only the fact and nature of determination.

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и системы «Эйдос» в качестве инструментария решения поставленной проблемы. Данный метод был успешно применен для решения большого количества задач в различных предметных областях [1-11].

Решение задачи-1: когнитивная структуризация и формализация предметной области

Когнитивно-целевая структуризация предметной области

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 их действия).

В данной работе мы собираемся на основе значений отсчетов электрического сигнала в различные моменты времени оценивать его качество.

Однако непосредственно на основе самих отсчетов это сделать затруднительно. Поэтому используется двухслойная нелокальная нейронная сеть [2], на первом слое которой по значениям отсчетов определяются интегративные характеристики электрических сигналов, количественно оценивающие весь сигнал в целом, а на втором слое этой нейронной сети по интегративным параметрам электрических сигналов определяется качество электроэнергии в сигнале. Соответственно, для *формализации предметной области*, выполняемой на следующем этапе АСК-анализа, мы будем использовать следующие измерительные шкалы[3]:

1-й слой нелокальной нейронной сети [2]:

– классификационные шкалы (результаты влияния факторов): Average, Minimum, Maximum, Standard Deviation.B, Dispersion.B, Dispersion.G, Median, Moda, Asymmetry, Average Deviation, Excess. Отметим, что могут быть использованы и любые другие интегративные параметры, оценивающие сигнал в целом. Перечисленные параметры были выбраны только для примера и потому, что все они рассчитываются в MS Excel на основе значений отсчетов с применением стандартных функций.

В численном примере, который рассматривается в данной работе, таблица 1 имеет 501 строку и 1013 колонок с данными. Поэтому сама таблица исходных не может быть помещена в данной работе из-за ограничения на ее объем. Но эта таблица в полном виде может быть загружена из Эйдос облака по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000206/Readme.pdf.

В системе «Эйдос» есть много программных интерфейсов с внешними источниками данных (API), которые полностью автоматизируют этап формализации предметной области. Эти интерфейсы можно объединить в три группы: интерфейсы с текстовыми данными; интерфейсы с табличными данными; интерфейсы с графическими данными. В данном случае использовал универсальный программный интерфейс ввода данных из внешних источников данных API- 2.3.2.2 (рисунок 1).

Здесь и далее будем рассматривать 2-го слой нейронной сети, т.к. именно он представляет основной интерес для решения проблемы, поставленной в работе.

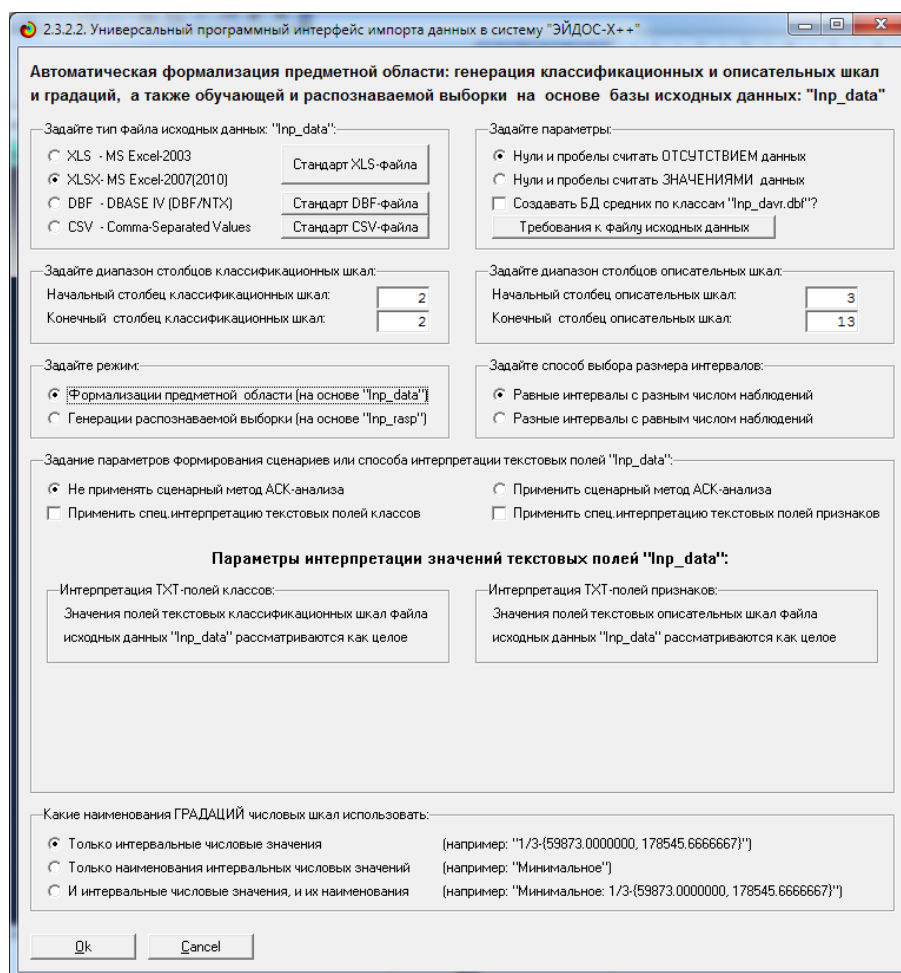


Рисунок 1. Экранная форма универсального программного интерфейса (API-2.3.2.2) системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа для 2-го слоя нейронной сети

В результате работы данного программного интерфейса созданы классификационные и описательные шкалы и градации и обучающая выборка (таблицы 2, 3, 4). Для описательных шкал (таблица 3) в API-2.3.2.2 задано по 10 градаций – равных числовых

диапазонов. Полностью таблица классификационных шкал и градаций не приводится из-за ограничений на объем работы.

Таблица 2 – Классификационные шкалы и градации (фрагмент)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	SIGNAL-Flicker
2	SIGNAL-Harmonics
3	SIGNAL-Impulsive Transient
4	SIGNAL-Interruption
5	SIGNAL-Normal
6	SIGNAL-Oscillatory Transient
7	SIGNAL-Periodic Notch
8	SIGNAL-Sag
9	SIGNAL-Spike
10	SIGNAL-Swell

Таблица 3 – Описательные шкалы и градации (фрагмент)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	AVERAGE-1/10-{-0.0635555, -0.0510868}
2	AVERAGE-2/10-{-0.0510868, -0.0386182}
3	AVERAGE-3/10-{-0.0386182, -0.0261495}
4	AVERAGE-4/10-{-0.0261495, -0.0136808}
5	AVERAGE-5/10-{-0.0136808, -0.0012122}
6	AVERAGE-6/10-{-0.0012122, 0.0112565}
7	AVERAGE-7/10-{0.0112565, 0.0237252}
8	AVERAGE-8/10-{0.0237252, 0.0361939}
9	AVERAGE-9/10-{0.0361939, 0.0486625}
10	AVERAGE-10/10-{0.0486625, 0.0611312}
11	MINIMUM-1/10-{-1.7926483, -1.6153144}
12	MINIMUM-2/10-{-1.6153144, -1.4379805}
13	MINIMUM-3/10-{-1.4379805, -1.2606467}
14	MINIMUM-4/10-{-1.2606467, -1.0833128}
15	MINIMUM-5/10-{-1.0833128, -0.9059789}
16	MINIMUM-6/10-{-0.9059789, -0.7286450}
17	MINIMUM-7/10-{-0.7286450, -0.5513111}
18	MINIMUM-8/10-{-0.5513111, -0.3739773}
19	MINIMUM-9/10-{-0.3739773, -0.1966434}
20	MINIMUM-10/10-{-0.1966434, -0.0193095}
21	MAXIMUM-1/10-{0.0193095, 0.2543496}
22	MAXIMUM-2/10-{0.2543496, 0.4893897}
23	MAXIMUM-3/10-{0.4893897, 0.7244297}
24	MAXIMUM-4/10-{0.7244297, 0.9594698}
25	MAXIMUM-5/10-{0.9594698, 1.1945099}
26	MAXIMUM-6/10-{1.1945099, 1.4295500}
27	MAXIMUM-7/10-{1.4295500, 1.6645901}
28	MAXIMUM-8/10-{1.6645901, 1.8996301}
29	MAXIMUM-9/10-{1.8996301, 2.1346702}
30	MAXIMUM-10/10-{2.1346702, 2.3697103}
31	STANDARD DEVIATION.B-1/10-{0.0136607, 0.1364742}
32	STANDARD DEVIATION.B-2/10-{0.1364742, 0.2592877}

Таблица 4 – Обучающая выборка (фрагмент)

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13
1-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	73	85	96	101
2-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
3-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	73	85	96	101
4-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	73	85	96	101
5-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
6-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	77	85	96	101
7-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
8-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
9-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
10-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
11-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
12-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
13-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
14-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
15-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
16-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	73	85	96	101
17-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	77	85	96	101
18-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	78	85	96	101
19-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
20-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	77	85	96	101
21-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
22-Normal	5	6	14	25	36	44	54	67	78	85	96	101
23-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
24-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	77	85	96	101
25-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
26-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	73	85	96	101
27-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
28-Normal	5	5	15	25	36	43	53	67	76	85	96	101
29-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	79	85	96	101
30-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	77	85	96	101
31-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
32-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	77	85	96	101
33-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	73	85	96	101
34-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	77	85	96	101
35-Normal	5	6	14	25	36	44	54	67	78	85	96	101
36-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
37-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
38-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
39-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	77	85	96	101
40-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	77	85	96	101
41-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
42-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	73	85	96	101
43-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
44-Normal	5	5	14	25	36	44	54	67	78	85	96	101
45-Normal	5	6	15	25	36	43	53	67	73	85	96	101
46-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
47-Normal	5	6	14	25	36	44	54	67	78	85	96	101
48-Normal	5	5	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
49-Normal	5	6	15	25	36	44	54	67	78	85	96	101
50-Normal	5	6	16	24	36	43	53	67	78	85	96	101
51-Sag	8	6	16	25	35	43	53	67	73	85	95	101
52-Sag	8	8	15	25	35	43	53	67	78	85	95	101
53-Sag	8	7	15	25	35	43	53	67	78	85	95	101
54-Sag	8	4	15	24	34	42	52	67	77	84	94	101

Таким образом осуществляется формализация предметной области и созданы все условия для выполнения следующего этапа АСК-анализа: синтеза и верификации (оценки достоверности) моделей.

Решение задачи-2: синтез и верификация моделей путем многопараметрической типизации

Математические аспекты синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей АСК-анализа описаны в работе [4, 10, 11] и ряде других работ автора.

Синтез статистических и системно-когнитивных моделей (СК-моделей)

Синтез и верификация моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 2):

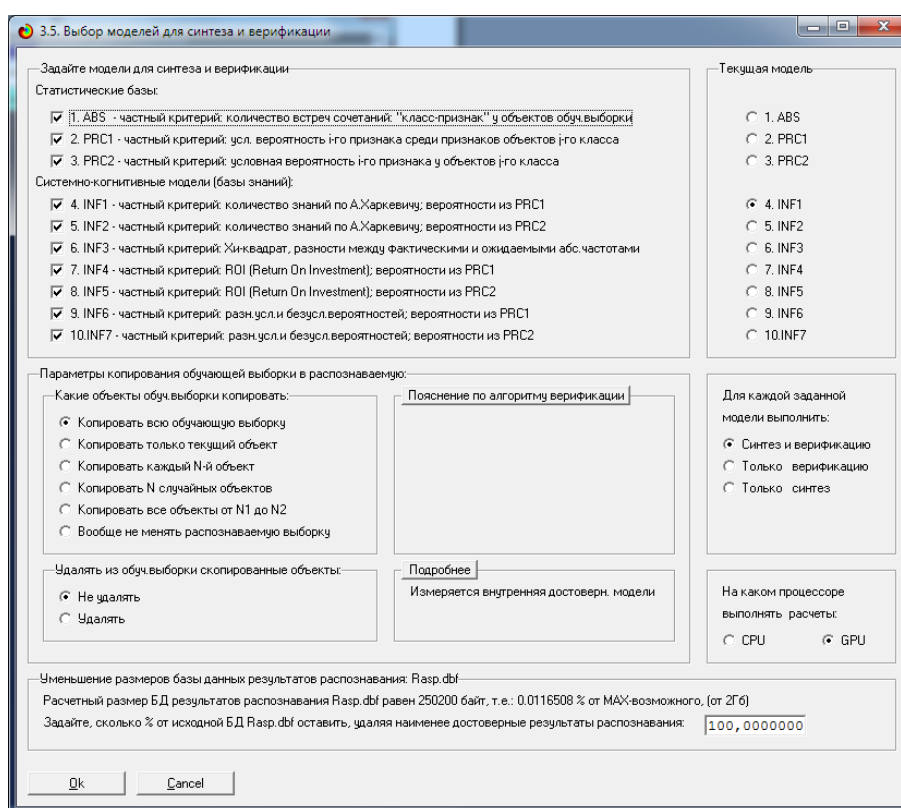


Рисунок 2. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей системы «Эйдос»

В результате работы данного режима созданы три статистические модели (Abs, Prc1, Prc2) и семь системно-когнитивных моделей (СК-модели: Inf1-Inf7). Сами эти модели в данной работе не приводятся из-за ограничений на ее объем.

Но применять эти модели для решения задач корректно только в том случае, если они для этого достаточно достоверны. Поэтому верификация созданных моделей является необходимым этапом АСК-анализа.

Верификация моделей

Оценка достоверности моделей осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений по классической F-мере Ван Ризбергера, а также L1- L2-мерам проф.Е.В.Луценко [5], которые являются нечеткими мультиклассовыми обобщениями меры Ван Ризбергера, инвариантными относительно объема обучающей выборки. В режиме 3.4 системы «Эйдос» мы видим (рисунок 3), что по L2-мере наивысшую достоверность имеет модель INF4:

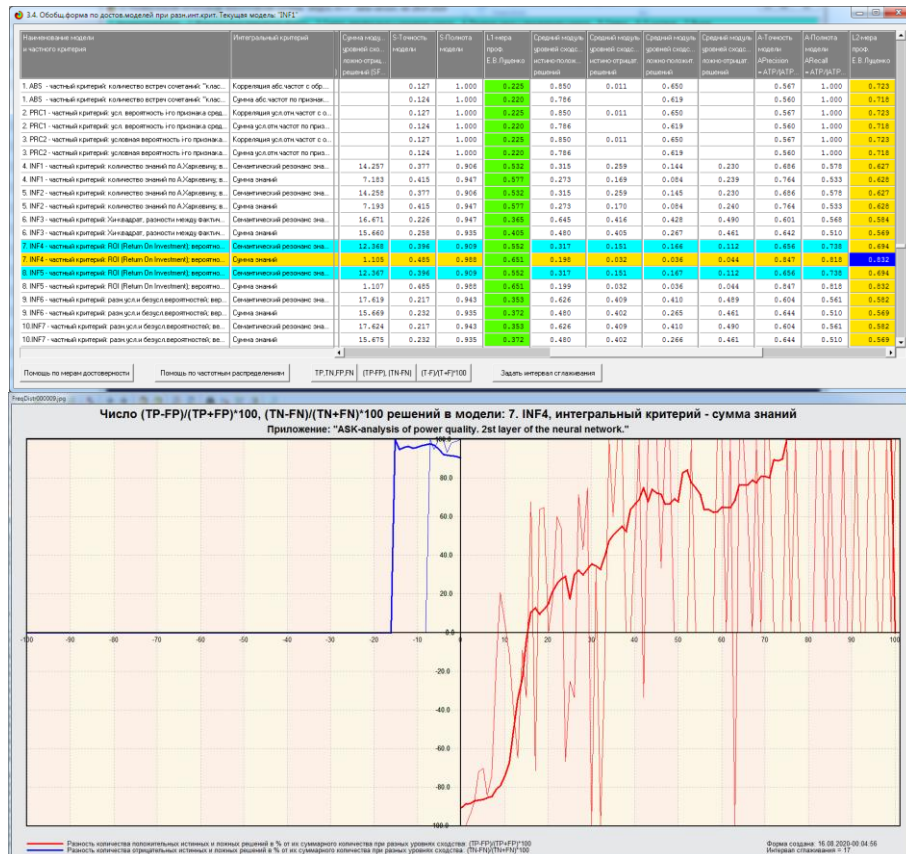


Рисунок 3. Экранные формы режима верификации моделей системы «Эйдос»

Из экранных форм, приведенных на рисунке 3, мы видим, что мера достоверности $L2=0,832$ (при максимуме 1,000), что является неплохим результатом, превосходящем достоверность экспертных оценок. Кроме того мы видим, что отрицательные решения (решения о непринадлежности объектов классам) в подавляющем большинстве истинные и их всегда на много больше, чем ложных. Для положительных решений есть три интервала уровней сходства. При малых уровнях сходства от 0 до 15% ложных решений больше чем истинных, при уровнях сходства от 15% до 75% есть и истинные, и ложные решения, но истинных больше, а при уровнях сходства выше 75% наблюдаются только истинные решения. Также необходимо отметить, что чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Все это позволяет надежно решать в наиболее достоверной СК-модели Inf4 поставленные в работе задачи, некоторые результаты решения некоторых из которых мы кратко рассмотрим ниже.

Результаты и обсуждение (Results and discussion): решение задачи-3: решение задачи системной идентификации

Эта задача и является той задачей, ради решения которой и делалось все описанное выше.

В результате проведенных исследований и разработок созданы модели, верно отражают причинно-следственные связи между факторами и результатами их влияния в моделируемой предметной области, и, следовательно, эти модели можно корректно использовать для решения поставленных в работе задач.

Ниже кратко рассмотрим решение в наиболее достоверной модели задачи идентификации (распознавания, диагностики, классификации).

Суть данной задачи сводится к тому, что рассчитывается суммарное количество информации, содержащееся в интегральных характеристиках сигнала, о том, что он принадлежит к каждой из категорий качества. Затем категории качества сортируются (ранжируются) в порядке убывания этого количества информации. В результате мы получаем список категорий качества в порядке убывания степени сходства с ними данного конкретного электрического сигнала. В начале списка идут те категории качества, на которые данный конкретный сигнал похож больше всего, потом те, на которые он похож поменьше, а потом те, на которые он вообще не похож.

Из рисунка 4 мы видим, что результаты идентификации конкретного сигнала №6 совпадают с фактом (отмечено «птичкой»):

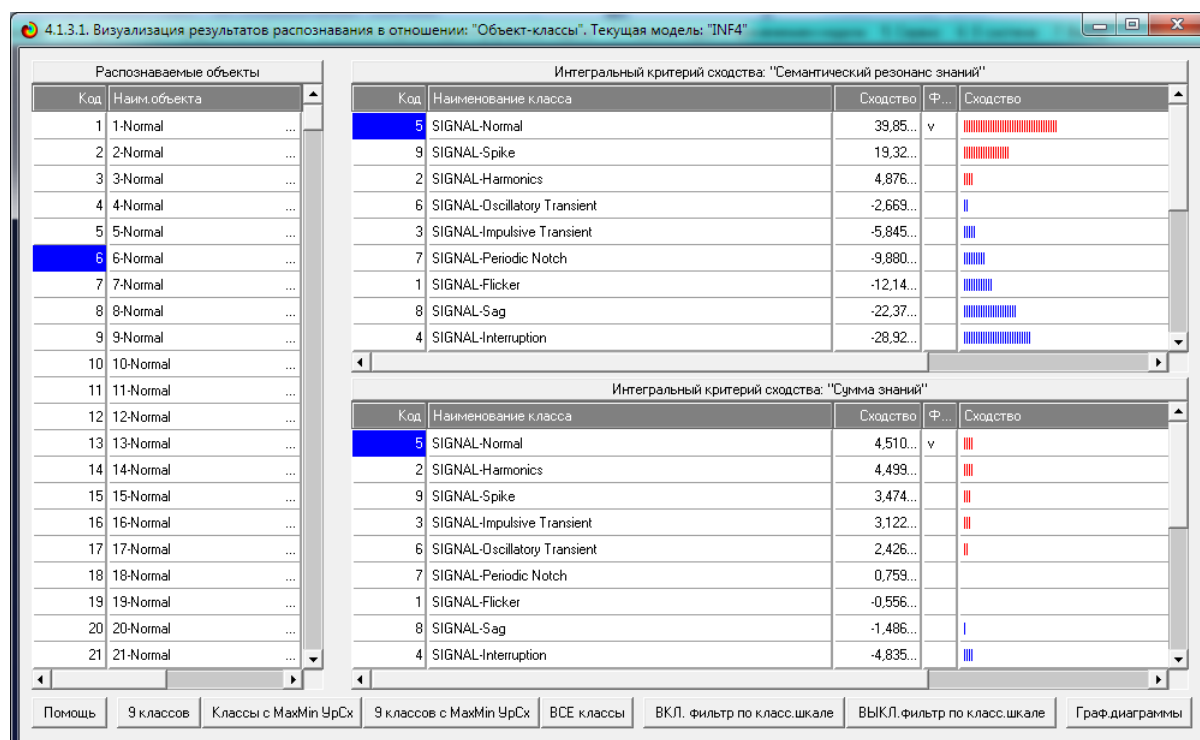


Рисунок 4. Результаты прогнозирования объемов экспорта и импорта в 2017

Есть также ложноположительные решения, но они с очень низким уровнем сходства, т.е. обладают низкой достоверностью.

Выводы (Conclusions)

На основе приведенного исследования можно сделать обоснованный вывод о том, что автоматизированный системно-когнитивный анализ и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос» являются адекватным инструментом для решения задачи оценки качества электрической энергии на основе измерений электрического сигнала в течение определенного промежутка времени.

Необходимо также отметить, что разработанная методика является интеллектуальным облачным Эйдос-приложением № 206. Оно может быть загружено в диспетчере приложений системы «Эйдос» (режим 1.3) и подробно исследовано или применено на практике. Так как система «Эйдос» является открытым программным обеспечением: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm, то это доступно всем, кто установит у себя на компьютере эту систему.

Так как инструмент, с помощью которого создано данное приложение, одновременно является средой исполнения (Run-time системой), то на практике данное приложение может применяться в адаптивном режиме. Это значит, что пользователь может сам дополнять справочник классов, обучающую (тренировочную) и распознаваемую (тестовую) выборку, пересоздавать и использовать модели, т.е. совершенствовать данное приложение, а также учитывать в нем динамику предметной области и характеристики конкретных потребителей и поставщиков электроэнергии.

Для изучения причин нарушения качества электроэнергии можно использовать как классический АСК-анализ, так и сценарный АСК-анализ [10], являющийся обобщением и синтезом технического и фундаментального подходов в прогнозировании временных рядов.

Эффективность предложенного решения проблемы

Как показывает анализ результатов системно-когнитивного моделирования предметной области, реализованное в системе «Эйдос», решение поставленных задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что поставленная проблема решена и цель работы достигнута.

В перспективе планируется решение 4-й и 5-й задач, т.е. задачи принятия решений (многопараметрическая типизация классов, т.е. SWOT-анализ и развитый алгоритм принятия решений) и задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Пример полного автоматизированного системно-когнитивного анализа предметной области на основе эмпирических данных приведен в 4-й главе работы [9], имеющей объем примерно в 10 раз больше, чем данная работа. Из этого видно, что у продолжения исследований в данном направлении большие перспективы.

Заключение

На основании результатов проделанной работы можно сделать обоснованный вывод, что все поставленные задачи решены, цель достигнута, проблема решена.

Список литературы (References)

1. 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
2. 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.
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. 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>
5. 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.
6. Lutsenko, E.V. Conceptual principles of the system (emergent) information theory and its application for the cognitive modelling of the active objects (entities) // 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence System (ICAIS 2002). –Computer society, IEEE, Los Alamos, California, Washington-Brussels-Tokyo, p. 268-269. <http://scihub.tw/10.1109/icaais.2002.1048109>
7. Lutsenko E.V., Troshin L.P., Zviagin A.S., Milovanov A.V. Application of the automated system-cognitive analysis for solving problems of genetics / // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments (JMERE) 41(2) (2018) 01-08. DOI : <http://doi.org/10.26480/jmerd.01.2018.01-08>. – Режим доступа: <https://jmerd.org.my/index.php/jmerd-01-2018-01-08/> <https://jmerd.org.my/Paper/2018%2C%20VOLUME%202%2C%20ISSUE%202/01-08.pdf>
8. Cherednichenko N.A. Simulating and predicting global climatic anomalies such as El Nino and La Nina / N.A. Cherednichenko, A.P. Trunev, E.V. Lutsenko // Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University – Krasnodar: KubSAU, 2015. – №06(110). С. 1545 – 1577. <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/102.pdf>, 2,062 у.п.л.
9. Луценко Е. В. Методология системно-когнитивного прогнозирования сейсмичности : монография / Е. В. Луценко, А. П. Трунев, Н. А. Чередниченко; под общ. ред. В. И. Лойко. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – 532 с., ISBN 978-5-907294-89-

9, DOI [10.13140/RG.2.2.29617.33122](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.29617.33122), https://www.researchgate.net/publication/340116509_METHODOLOGY_OF_SYSTEM-COGNITIVE_FORECASTING_OF_SEISMICITY

10. Луценко Е.В. Сценарный АСК-анализ как метод разработки на основе эмпирических данных базисных функций и весовых коэффициентов для разложения в ряд функции состояния объекта или ситуации по теореме А.Н.Колмогорова (1957) / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №06(160). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/06/pdf/09.pdf>, 7,125 у.п.л. – IDA [article ID]: 1602006009. https://www.researchgate.net/publication/343365649_Script_ASK-analysis_as_a_method_for_developing_generalized_basic_functions_and_weight_coefficients_for_the_decomposition_of_a_state_function_of_an_arbitrary_concrete_object_or_situation_in_the_theore

11. Луценко Е.В. Синтез адаптивных интеллектуальных измерительных систем с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» и системная идентификация в эконометрике, биометрии, экологии, педагогике, психологии и медицине / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №02(116). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1161602001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.

12. **HERE YOU CAN ADD 20 ENGLISH-LANGUAGE SOURCES ON THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES FOR ASSESSING THE QUALITY OF ELECTRICITY**

13.

Сведения об авторах:

Луценко Евгений Вениаминович, родился 2 ноября 1954 года в городе Москве, по базовому образованию физик-теоретик, два дополнительных высших образования: 1) экономика, 2) информационные технологии, профессиональный разработчик программного обеспечения, профессор, доктор экономических наук по специальности 08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики, член [Диссертационного совета Д 220.038.02](https://www.dissercat.com/article/22003802) по специальности 08.00.13 с 2003 года, кандидат технических наук по специальности 05.13.06 – Автоматизированные системы управления, профессор кафедры компьютерных технологий и систем Кубанского государственного аграрного университета, Основатель Научного журнала КубГАУ: <http://ej.kubagro.ru>, член редакционного Совета, ответственный секретарь журнала. По данным РИНЦ 1-й рейтинг в России в области кибернетики (искусственный интеллект и управление) по индексу Хирша. По оценке экспертного сообщества в определенный период 1-е место рейтинге в двух номинациях и 3-е место в одной номинации открытого чемпионата России по искусственному интеллекту RAIF-2017.

Области научных интересов: Автоматизированный системно-когнитивный анализ (автор самого понятия: «АСК-анализ», разработчик теории, математической модели, методики численных расчетов и программного инструментария АСК-анализа – интеллектуальной системы «Эйдос», разработчик системной теории информации (СТИ), автор научной программы системного обобщения математики, разработчик автоматизированного SWOT-анализа, разработчик метода агломеративной и дивизивной когнитивной кластеризации, автор понятия когнитивной функции (мат.), автор количественных мер уровня системности и степени детерминированности систем: коэффициентов эмерджентности Хартли, Харкевича и Шеннона, автор информационного аналога метода наименьших квадратов (МНК), а также ряда работ по применению теории информации в статистике, теории чисел, теории рефлексивного управления активными объектами и в ряде других направлений науки, системам искусственного интеллекта, рефлексивному управлению активными системами, высшим формам сознания, естественнонаучной постановке и решению основного вопроса философии, универсальному информационному вариационному принципу, перспективам человека, технологии и общества (разработчик критериальной периодической классификация 49 форм сознания, включающей и высшие формы сознания (ВФС), а также психологической, микросоциальной и технологической методик перехода между ними, автор информационно-

функциональной теории развития техники (в т.ч. закона повышения качества базиса), автор информационной теории стоимости, 11 функциональных схем технических систем будущих форм общества, автор системы дистанционного микротелекинетического (мысленного) управления), автор концепции развития общества в группах общественно-экономических формаций и детерминации формы сознания человека функциональным уровнем технологической среды. Автор 615 научных работ в этих и других областях, в том числе 38 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособий по интеллектуальным информационным системам с грифами УМО и Министерства, 30 патентов РФ на системы искусственного интеллекта, 286 публикаций в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ (по данным РИНЦ), 4 статей в журналах, входящих в WoS, 5 публикаций в журналах, входящих в Скопус.

Три монографии включены в фонды библиотеки конгресса США: https://catalog.loc.gov/vwebv/search?searchArg=Lutsenko+E.V.&searchCode=GKEY%5E*&searchType=0&recCount=25&sk=en_US

АСК-анализ и система "Эйдос" были успешно применены в 9 докторских и 7 кандидатских диссертациях по экономическим, техническим, биологическим, психологическим и медицинским наукам, еще несколько докторских диссертаций с применением АСК-анализа в стадии выхода на защиту.

Информация о местах работы: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Auto0700.htm>

Электронная почта: prof.lutsenko@gmail.com.

Сайт: <http://lc.kubagro.ru>, https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko

Скайп: [eugene_lutsenko](https://www.skype.com/people/eugene_lutsenko)

<https://kubsau.ru/education/chairs/comp-system/staff/3965/>

<https://kubsu.ru/ru/public-portfolio/39926>