

УДК 004.8

05.00.00 Технические науки

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ СХОДСТВА-РАЗЛИЧИЯ КЛОНОВ ВИНОГРАДА ПО КОНТУРАМ ЛИСТЬЕВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АСК-АНАЛИЗА И СИСТЕМЫ «ЭЙДОС»¹

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com

Трошин Леонид Петрович
д. б. н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 3386-2768
lptroshin@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Бандык Дмитрий Константинович
Разработчик интеллектуальных систем
РИНЦ SPIN-код: 4072-8442
bandyk_dd@mail.ru
Белоруссия

В статье рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и реализующего их программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для решения одной из важных задач ампелографии: количественного определения сходства-различия различных клонов винограда по контурам листьев. Для решения этой задачи выполняются следующие этапы: 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей; 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации; 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных клонов на основе конкретных листьев (многопараметрическая типизация); 4) верификация модели путем идентификации конкретных листьев с обобщенными образами клонов, т.е. классами (системная идентификация); 5) количественное определение сходства-различия клонов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных клонов. Форма контура конкретного листа рассматривается как зашумленное информационное сообщение о клоне, к которому он относится, включающее как информацию об истинной форме листа данного клона (чистый сигнал), так и шум, искажающий эту истинную форму, обусловленный случайным воздействием окружающей среды. Программный инструмента-

UDC 004.8

Technical sciences

QUANTITATIVE MEASUREMENT OF THE SIMILARITIES AND DIFFERENCES OF CLONES OF GRAPES USING CONTOURS OF LEAVES WITH THE USE OF ASC-ANALYSIS AND "EIDOS" SYSTEM

Lutsenko Eugeny Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
RSCI SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com

Troshin Leonid Petrovich
Dr.Sci.Biol., professor
RSCI SPIN-code: 3386-2768
lptroshin@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Bandyk Dmitry Konstantinovich
Artificial intelligence systems developer
RSCI SPIN-code: 4072-8442
bandyk_dd@mail.ru
Belarus

The article discusses the application of automated system-cognitive analysis (ASC-analysis), its mathematical model is a system of information theory and implements, its software tools – intellectual system called "Eidos" for solving one of the important tasks of ampelography: to quantify the similarities and differences of different clones of grapes using contours of the leaves. To solve this task we perform the following steps: 1) digitization of scanned images of the leaves and creation their mathematical models; 2) formation mathematical models of specific leaves with the application of information theory; 3) modeling the generalized images of leaves of different clones on the basis of specific leaves (multiparameter typing); 4) verification of the model by identifying specific leaf images with generic clones, i.e., classes (system identification); 5) quantification of the similarities and differences of the clones, i.e. cluster-constructive analysis of generalized images of leaves of various clones. The specific shape of the contour of the leaf is regarded as noise information on the clone to which it relates, including information about the true shape of a leaf of this clone (clean signal) and noise, which distort the real shape, due to the random influence of the environment. Software tools of ASA-analysis which is intellectual "Eidos" system provides the noise suppression and the detection of a signal about the true shape of a leaf of each clone on the basis of a number of noisy concrete examples of the leaves of this clone. This creates a single image of the shape of the leaf of

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №16-06-00114 А

рий АСК-анализа – интеллектуальная система «Эйдос» обеспечивает подавление шума и выделение сигнала об истинной форме листа каждого клона на основе ряда зашумленных конкретных примеров листьев данного клона. Таким образом создается один образ формы листа каждого клона, независимый от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдос» этих изображений (в смысле Платона) - прототип или архетип (в смысле Юнга) изображений

each clone, independent of their specific implementations, i.e. "Eidos" of these images (in the sense of Plato) - the prototype or archetype (in the Jungian sense) of the images

Ключевые слова: МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ, СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ, ЛИСТЬЯ, ВИНОГРАД, КЛОН, СХОДСТВО-РАЗЛИЧИЕ, ОБОБЩЕННЫЕ ОБРАЗЫ, АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, СИСТЕМА «ЭЙДОС»

Keywords: MULTI-TYPING, SYSTEM IDENTIFICATION, IMAGE, LEAVES, GRAPES, CLONE, SIMILARITIES AND DIFFERENCE, GENERALIZED IMAGES, ASC-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM

СОДЕРЖАНИЕ

1. ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ	2
2. ПРЕДПОСЫЛКИ И ИДЕЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	3
3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	5
4. РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ	8
4.1. ПЕРВАЯ ИТЕРАЦИЯ	8
4.2. ВТОРАЯ ИТЕРАЦИЯ	14
5. ВЫВОДЫ.....	18
ЛИТЕРАТУРА	20

1. Формулировка проблемы

В ампелографии существует **проблема** количественного определения сходства-различия различных клонов винограда.

Обычно сравнение клонов винограда по контурам листьев проводят путем кластерного анализа конкретных реализаций этих клонов, т.е. самих листьев. При этом из-за невнимательности или намеренно забывают о том, что форма листа зависит не только от клона, но и от множества различных внутренних и внешних факторов. Это явление, из-за которого даже на одном кусте нет двух одинаковых листьев, хорошо известно и называется «полиморфизм». Поэтому при применении кластерного анализа листьев на

его результаты будут оказывать все эти факторы, а не только то, к каким клонам относятся эти листья [20, 26].

Существуют различные варианты выбора исходных данных о клонах для решения этой проблемы, не понятно только, с помощью какого измерительного (биометрического) инструментария решать эту проблему.

2. Предпосылки и идея решения проблемы

Предпосылки.

В работе [1] подробно рассматривается применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для синтеза и применения адаптивных интеллектуальных измерительных систем в различных предметных областях, т.е. для многопараметрической типизации и системной идентификации сложных систем. Предлагается применить эту интеллектуальную измерительную технологию для решения поставленной проблемы ампелографии.

В работе [2] предлагается *новый подход* к оцифровке изображений листьев, основанный на использовании полярной системы координат, центра тяжести изображения и его внешнего контура и подробно описывается *технология* применения АСК-анализа, его математической модели – системной теории информации и программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для решения ряда важных задач ампелографии: 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей; 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации; 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных сортов; 4) сравнение образа конкретного листа с обобщенным образом листа разных сортов и определение количественной степени сходства-различия между ними, т.е. идентификация сорта по листу; 5) количественное определение сходства-различия сортов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных сортов.

Поэтому в данной статье мы не будем описывать саму технологию применения АСК-анализа и системы «Эйдос», т.к. они подробно описаны в

статье [1] и других работах авторов², а больше внимания уделим описанию самого ампелографического смысла сформулированной проблемы и ее решения.

Идея.

Возникает идея сравнивать клоны не по конкретным листьям, а по обобщенным образам клонов, сформированным путем многопараметрической типизации. В этих обобщенных образах влияние полиморфизма будет нивелировано и отфильтровано как шум, а все специфическое для исследуемых клонов выдвинуто на первый план. Форма контура конкретного листа рассматривается как зашумленное информационное сообщение о клоне, к которому он относится, включающее как информацию об истинной форме листа данного клона (чистый сигнал), так и шум, искажающий эту истинную форму, обусловленный случайным воздействием окружающей среды. В статье рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и реализующего их программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для решения одной из важных задач ампелографии: количественного определения сходства-различия различных клонов винограда по контурам листьев.

В качестве исходных данных о клонах винограда для решения поставленной проблемы предлагается использовать сканированные изображения листьев, а в качестве инструментария для построения измерительной системы и ее применения – АСК-анализ и систему «Эйдос».

Другими вариантами исходных данных могут быть геном или такие фенотипические признаки, как форма куста, форма и размер грозди, форма, цвет и размер ягод и другие. Однако контуры листьев выбраны потому, что, с одной стороны, являются во многих отношениях наиболее удобным объектом исследования, а, с другой стороны, содержат информацию и о геноме, а значит косвенно и о других фенотипических признаках, обусловленных как геномом, так и воздействием окружающей среды.

² См., например: <http://lc.kubagro.ru/> <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>

3. Исходные данные

Общеизвестно, что в клоновой селекции винограда – ныне основным фактором повышения продуктивности виноградных насаждений – до сегодняшнего дня центральной ее задачей остается отбор плюс-трансгрессивных высокопродуктивных растений, так называемых протоклонов, с целью дальнейшего их размножения и внедрения в производство. При этом в вегетативном потомстве размножаемых протоклонов из-за высокой модификационной изменчивости количественных признаков и наличия высокой степени полиморфизма листьев возникает вопрос об их различимости между собой по комплексу морфологических признаков листьев – самых распространенных определителей самих генотипов [8-19].

Цель исследования: установить схожесть или степень различия по комплексу морфологических признаков листьев вегетативного потомства плюс-трансгрессивных растений четырех протоклонов сорта Каберне-Совиньон (110, 177, 221 и 838).

Материалом исследований служили листья первого вегетативного потомства вышеназванных четырех протоклонов, окончательно отобранных селекционером СКЗНИИСиВ Т.А.Нудьга в 2007 г. Взрослые листья вегетативного потомства протоклонов были заготовлены нами осенью 2015 года, сканированы, измерены с помощью компьютерной программы SIAMS³ и в последующем проанализированы методом АСК-анализа [3, 4] с применением его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» [5] (рис. 1-4).

³ <http://new.siams.com/>

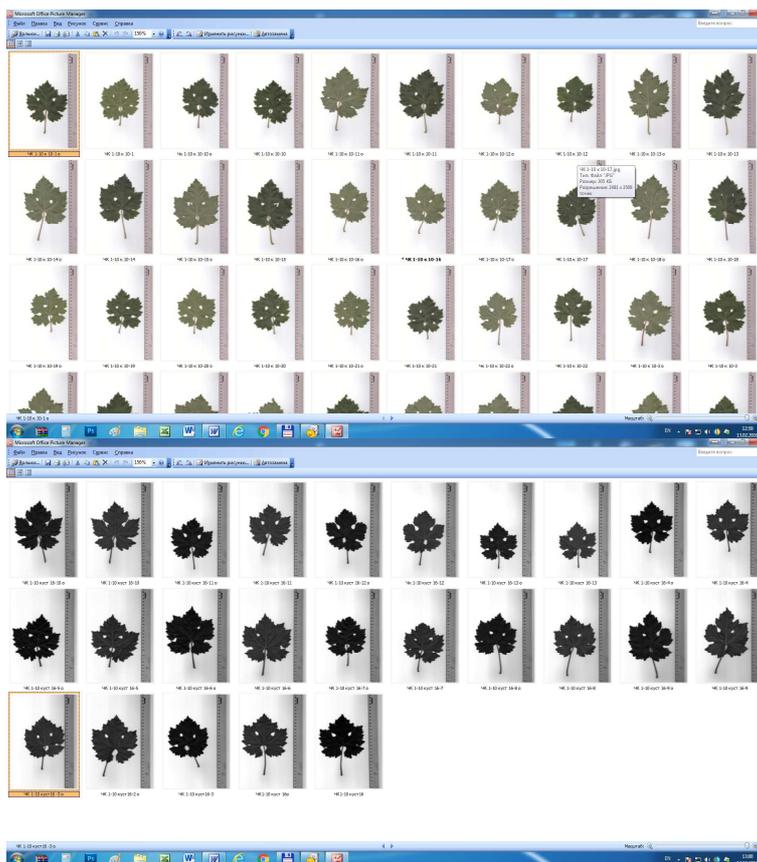


Рис. 1. Листья клона № 110 кустов 10-1 (вверху) и 16-2 (внизу)

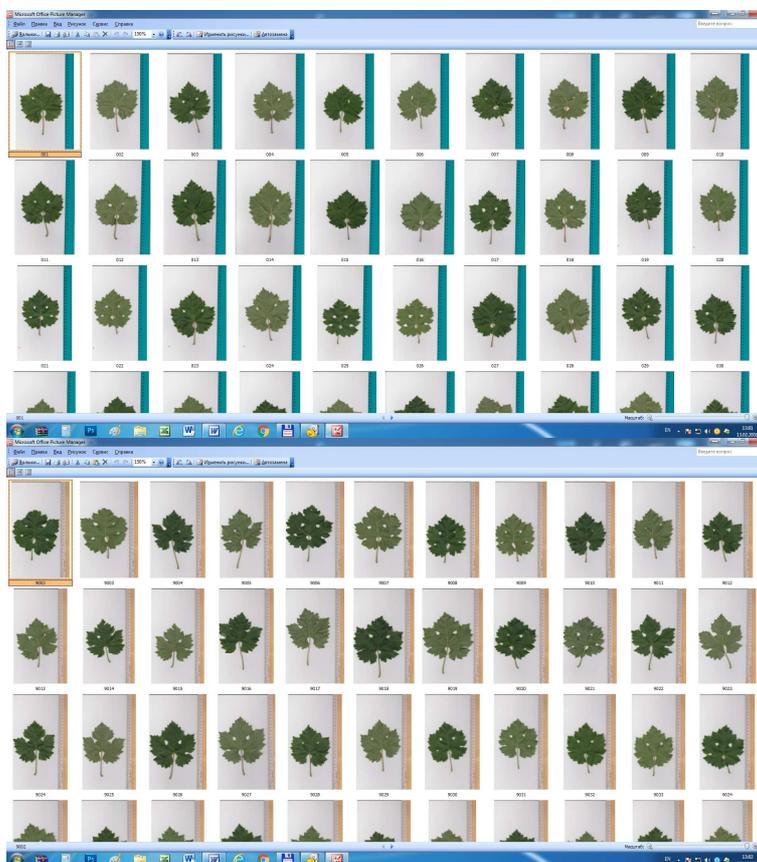


Рис. 2. Листья клона № 177 кустов 7 (вверху) и 9 (внизу)

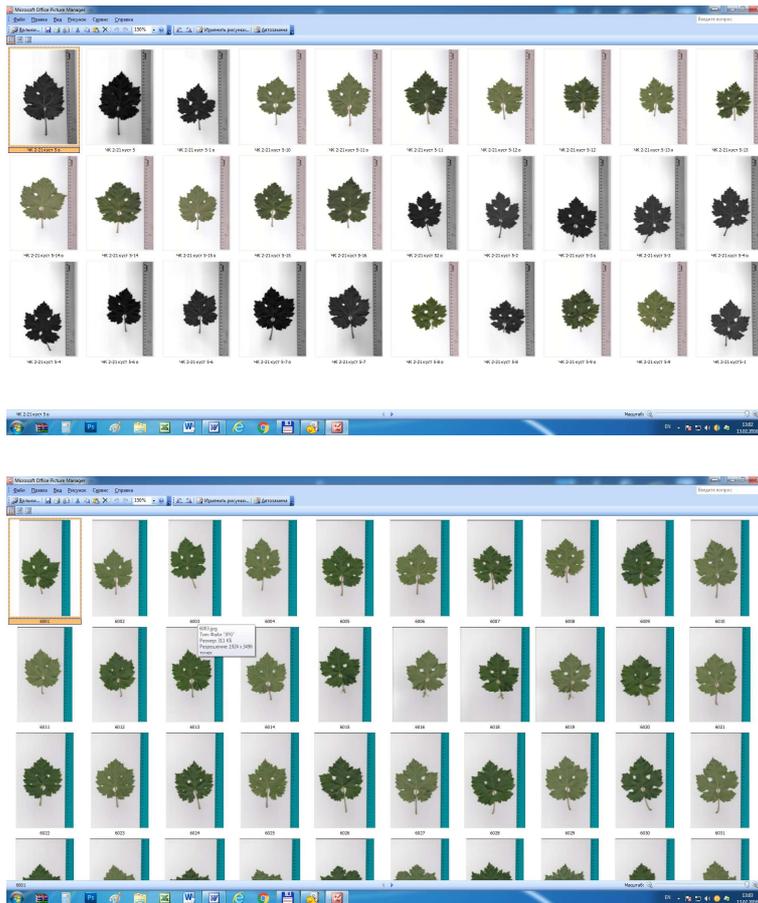


Рис. 3. Листья клона № 221 кустов 5 (вверху) и 6 (внизу)

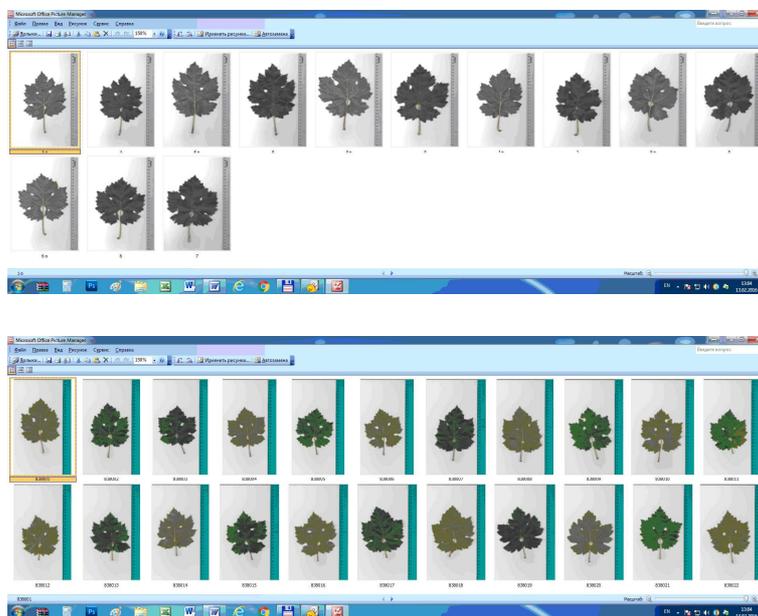


Рис. 4. Листья клона № 838 кустов 1 (вверху) и 6 (внизу)

4. Решение проблемы

Решение проблемы, сформулированной в статье, осуществлено в три итерации.

На первой итерации создана исходная модель, включающая 8 обобщенных образов классов по северной и южной сторонам кустов, конкретные реализации которых в виде отдельных листьев приведены на рисунках 1 - 4.

На второй итерации создана модель, включающая 4 обобщенных образа класса по кустам, конкретные реализации которых в виде отдельных листьев приведены на рисунках 1 - 4.

На третьей итерации создана итоговая модель, включающая 3 обобщенных образа класса по клонам, выявленным на второй итерации.

4.1. Первая итерация

Этапы 1-3 решения проблемы: 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей; 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации мы в данной работе рассматривать не будем, т.к. они аналогичны подробно описанным в статье [2].

Отметим лишь, что на этих этапах были автоматически созданы классификационные и описательные шкалы и градации, в наглядной форме приведенные на рис. 5.

На рисунке 5 цветом обозначена ценность различных градаций описательных шкал для того, чтобы отличить один класс от другого. На верхнем рисунке приведены все градации всех описательных шкал, а на нижнем – только наиболее ценные в каждой шкале.

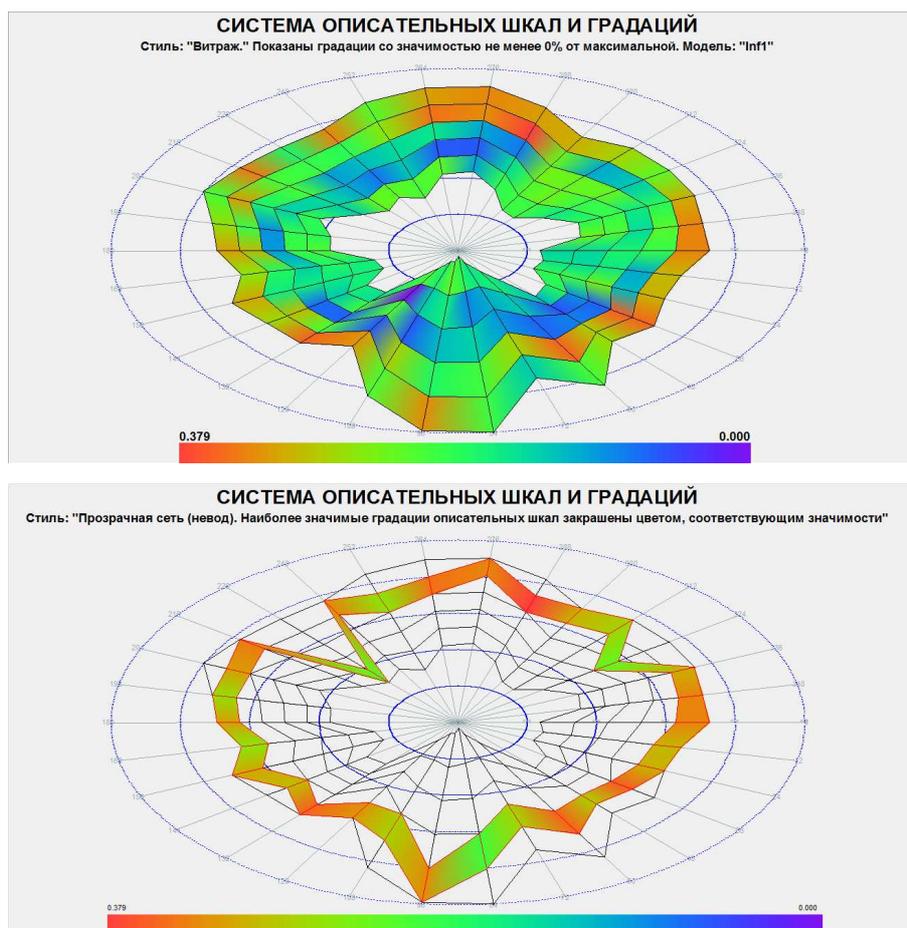


Рис. 5. Классификационные и описательные шкалы и градации при 8 классах

Этап 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных клонов на основе конкретных листьев (многопараметрическая типизация).

В результате многопараметрической типизации были получены следующие обобщенные образы листьев клонов по северным (вверху) и южным (внизу) кустам (рис. 6 - 9).

На рисунках 6 - 9 цветом обозначена ценность различных градаций описательных шкал для того, чтобы отличить данный класс от остальных. На правом рисунке приведены все градации всех описательных шкал, а на нижнем – только наиболее характерные для данного класса в каждой шкале, т.е. наиболее ценные в каждой шкале для того чтобы отличить данный класс от остальных.

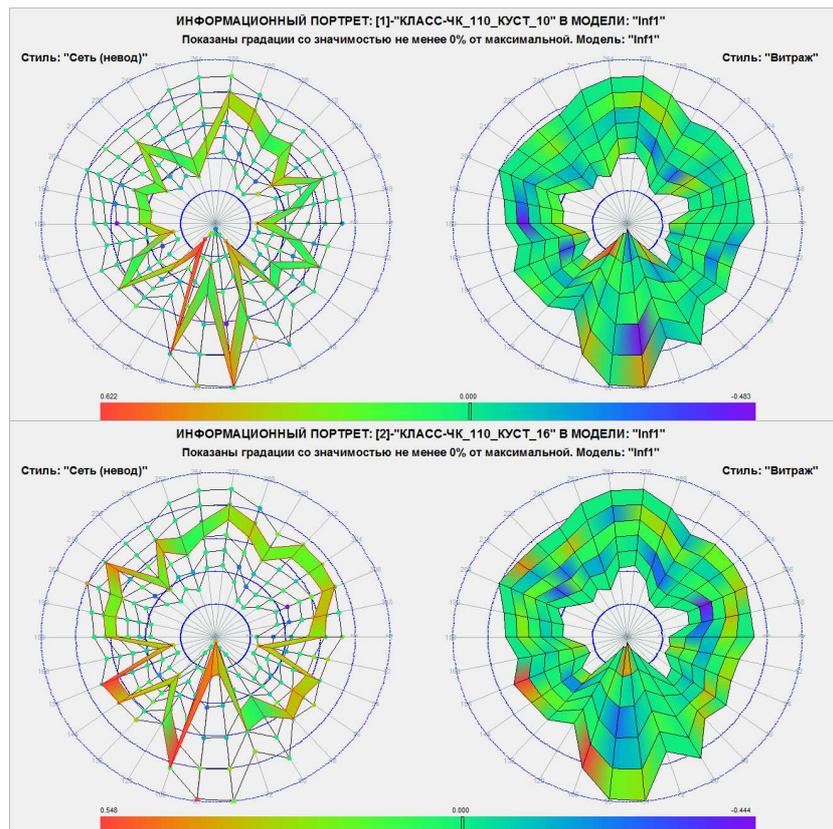


Рис. 6. Обобщенные образы листьев клона 110 по северным (вверху) и южным (внизу) кустам

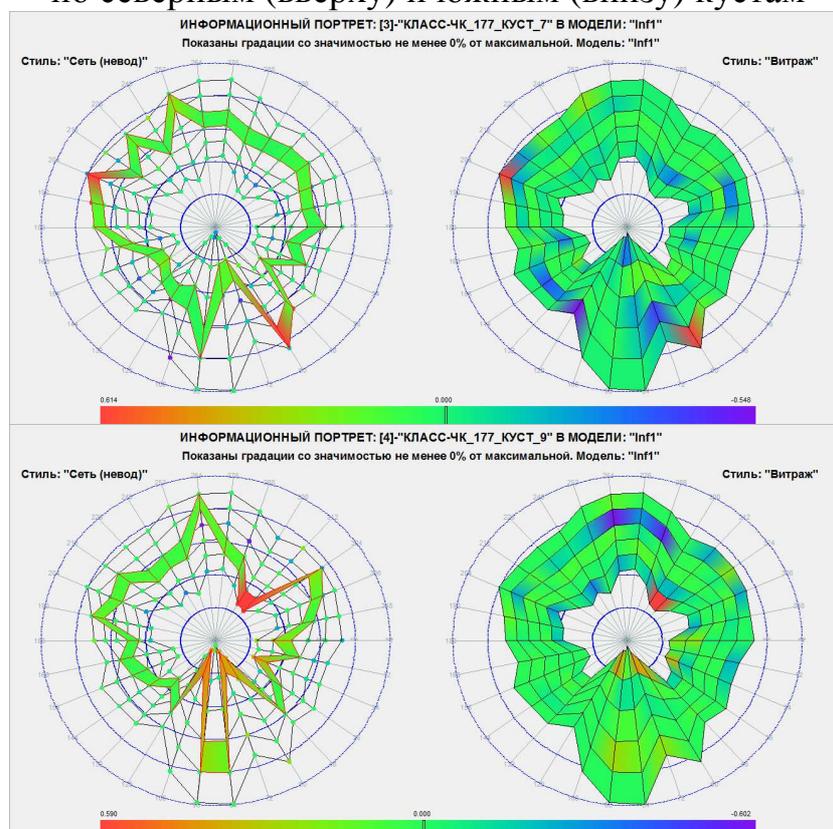


Рис. 7. Обобщенные образы листьев клона 117 по северным (вверху) и южным (внизу) кустам

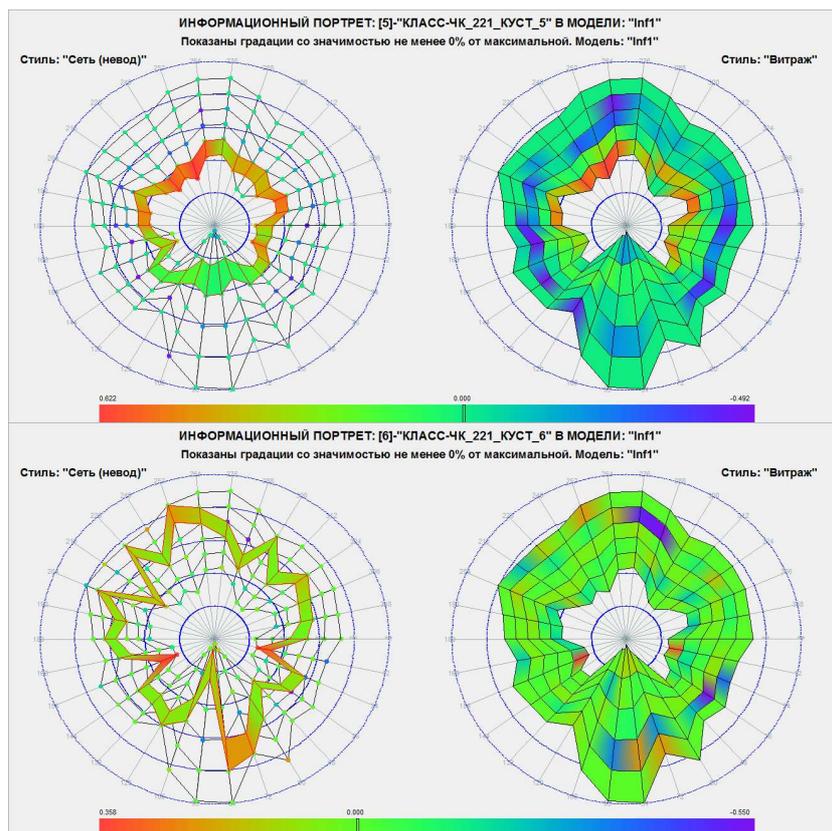


Рис. 8. Обобщенные образы листьев клона 221 по северным (вверху) и южным (внизу) кустам

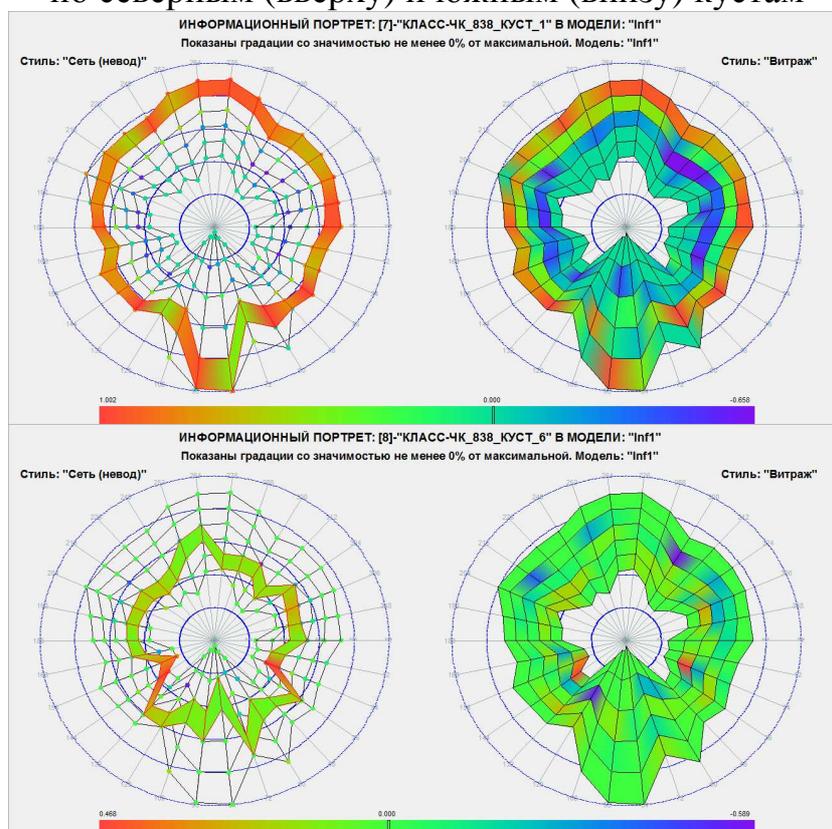


Рис. 9. Обобщенные образы листьев клона 838 по северным (вверху) и южным (внизу) кустам

Этап 4) верификация модели путем идентификации конкретных листьев с обобщенными образами клонов, т.е. классами (системная идентификация).

Созданная модель показала достаточно высокую достоверность, около 70% не смотря на очень небольшое количество измерительных шкал (всего 30) и градаций (5) (рис 10):

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентифика...	Вероятность правильной не идентиф...	Средняя вероятност...	Дата получения результата	Время получения результ...
ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	100.000	5.540	52.770	13.02.2016	09:59:16
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс. частот по признак...	100.000		50.000	13.02.2016	09:59:16
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	100.000	5.540	52.770	13.02.2016	09:59:26
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по приз...	100.000		50.000	13.02.2016	09:59:26
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	100.000	5.540	52.770	13.02.2016	09:59:36
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по приз...	100.000		50.000	13.02.2016	09:59:36
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	80.469	61.191	70.830	13.02.2016	09:59:42
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	80.469	64.406	72.438	13.02.2016	09:59:42
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	80.469	61.110	70.789	13.02.2016	09:59:52
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	80.859	64.280	72.570	13.02.2016	09:59:52
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	90.625	43.986	67.306	13.02.2016	09:59:58
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	90.625	43.986	67.306	13.02.2016	09:59:58
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	60.547	79.221	69.884	13.02.2016	10:00:05
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	91.016	46.783	68.899	13.02.2016	10:00:05
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	60.547	79.221	69.884	13.02.2016	10:00:16
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	91.016	46.803	68.910	13.02.2016	10:00:16
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	85.547	48.912	67.229	13.02.2016	10:00:24
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Сумма знаний	90.625	40.901	65.763	13.02.2016	10:00:24
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	85.547	48.831	67.189	13.02.2016	10:00:30
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Сумма знаний	90.625	40.700	65.662	13.02.2016	10:00:30

Рис. 10. Достоверность созданных моделей 1-й итерации

Этап 5) количественное определение сходства-различия клонов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных клонов (рис. 11).

Из анализа формы на рис. 11 мы видим, что:

- 1) форма листьев одного клона с кустов северных и южных склонов сильно отличается;
- 2) форма листьев с кустов северных и южных склонов у разных клонов имеет много общего.

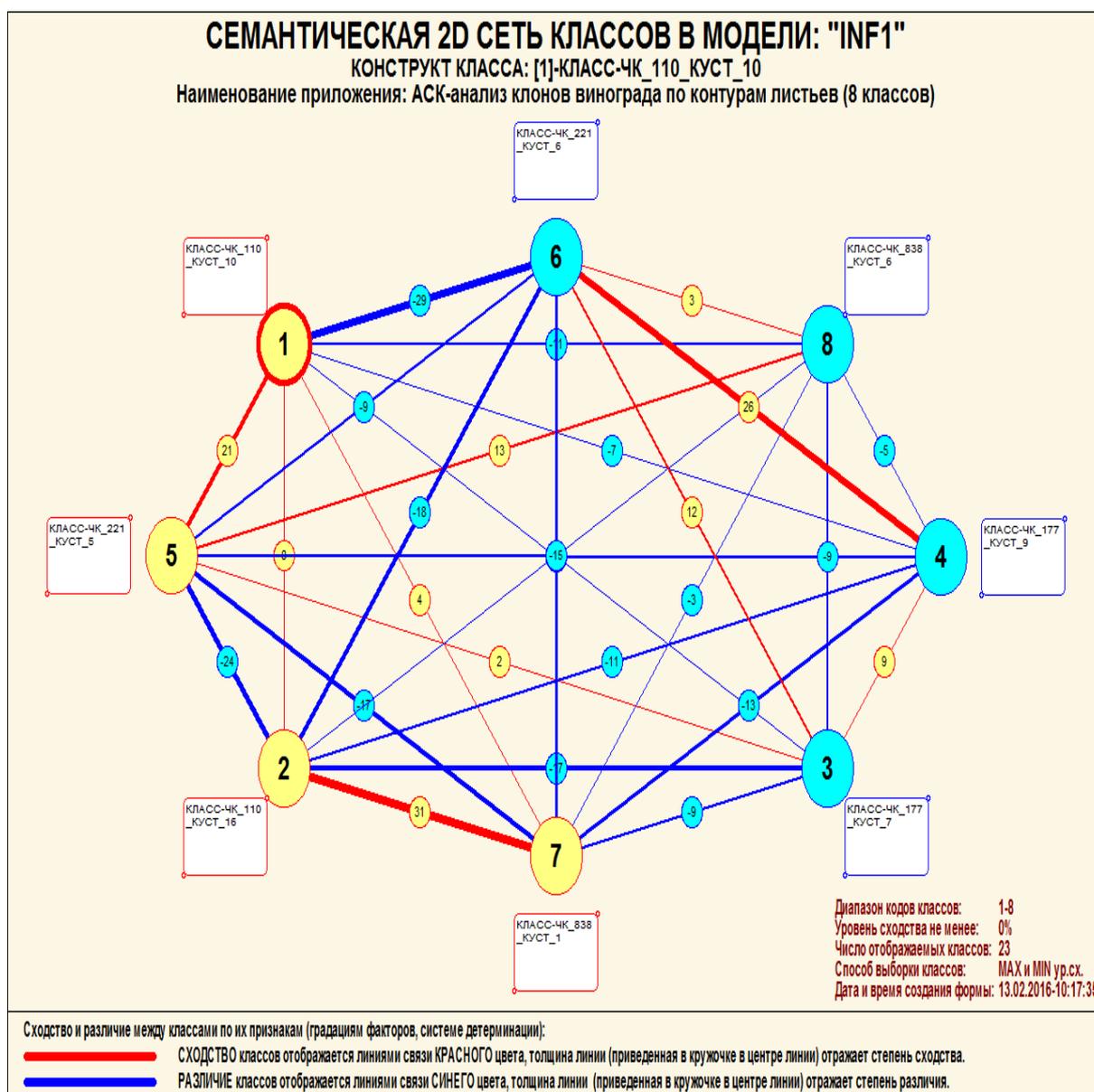


Рис. 11. Результаты кластерно-конструктивного анализа по 1-й модели

Из этого результата можно сделать вывод о том, что на форму контура листьев клон оказывает меньшее влияние, чем расположение влияния окружающей среды в виде освещенности, связанной с расположением куста на северном или южном склоне холма.

Основываясь на этом результате с целью решения сформулированной проблемы было принято решение о создании 2-й модели, в которой многопараметрическая типизация была бы проведена по кустам независимо от их расположения и влияние бы этого расположения и связанной с ним освещенности было бы нивелировано, т.е. отфильтровано как шум.

Отметим, что если бы в исследовании ставилась задача исследовать влияние освещенности на форму листа, то при создании модели была бы выбрана другая группировка листьев по классам.

4.2. Вторая итерация

Этапы 1-3 решения проблемы: 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей; 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации мы в данной работе рассматривать не будем, т.к. они аналогичны подробно описанным в статье [2].

Отметим лишь, что на этих этапах были автоматически созданы классификационные и описательные шкалы и градации, в наглядной форме приведенные на рис. 12:

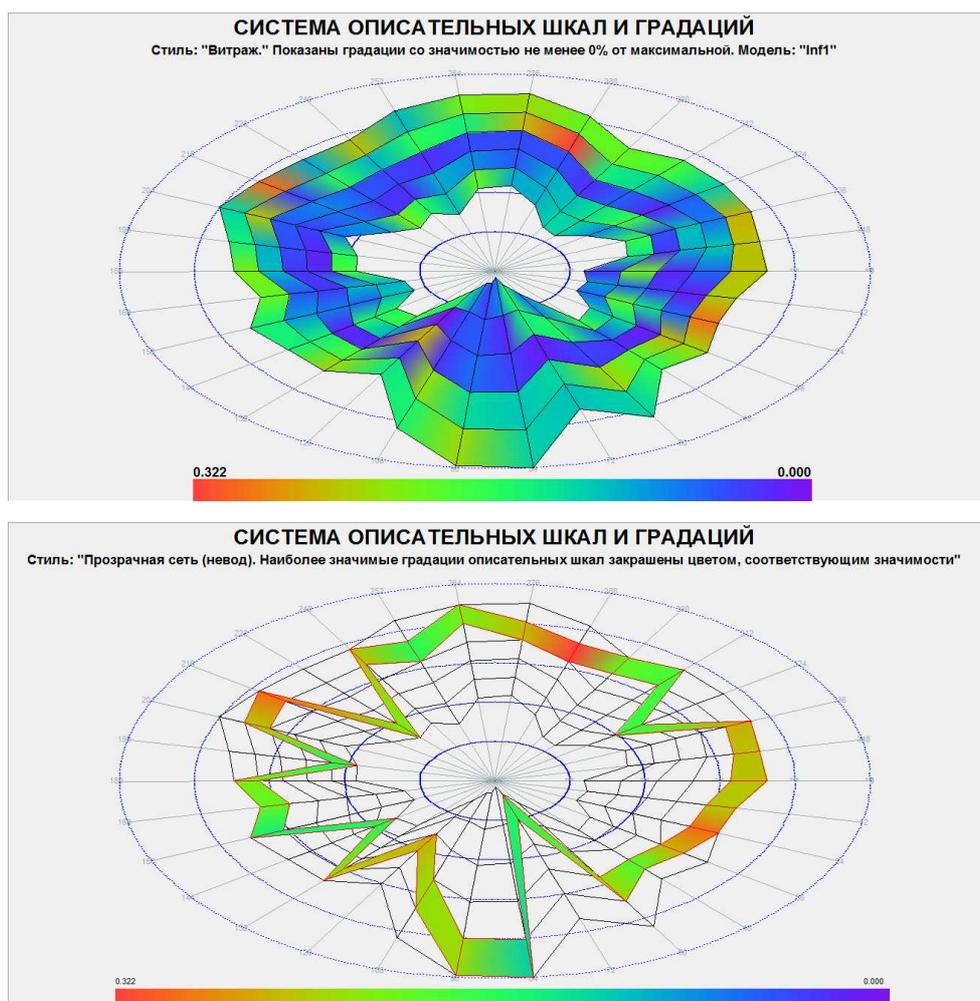


Рис. 12. Классификационные и описательные шкалы и градации при 4 классах

Этап 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных клонов на основе конкретных листьев (многопараметрическая типизация).

В результате многопараметрической типизации были получены следующие обобщенные образы листьев клонов (рис. 13 – 16):

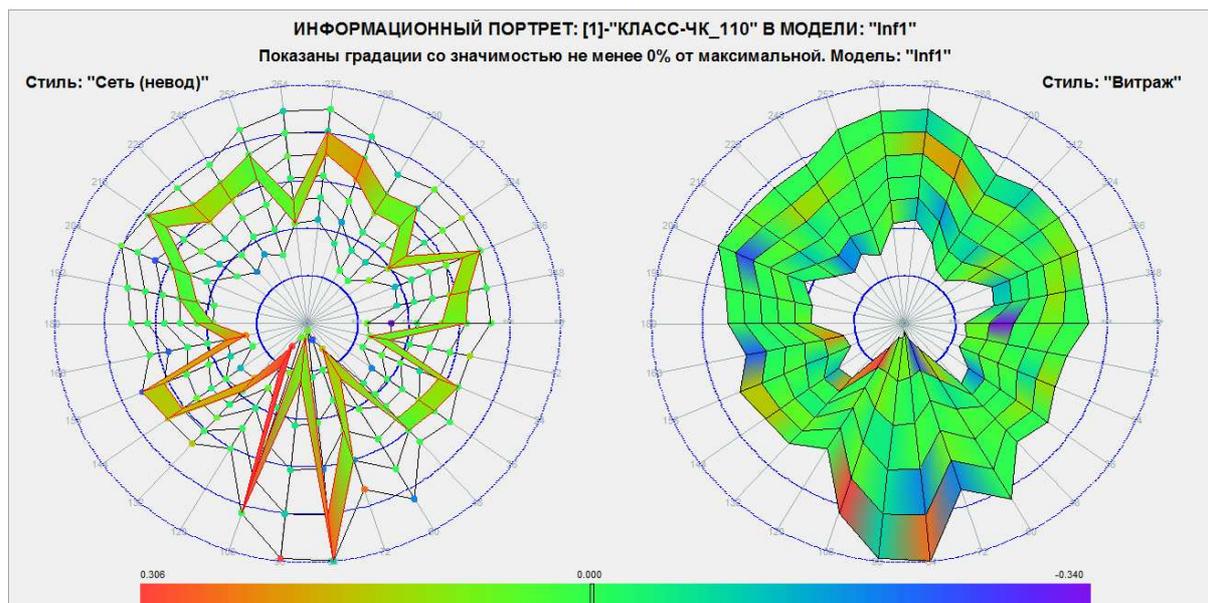


Рис. 13. Обобщенные образы листьев клона 110

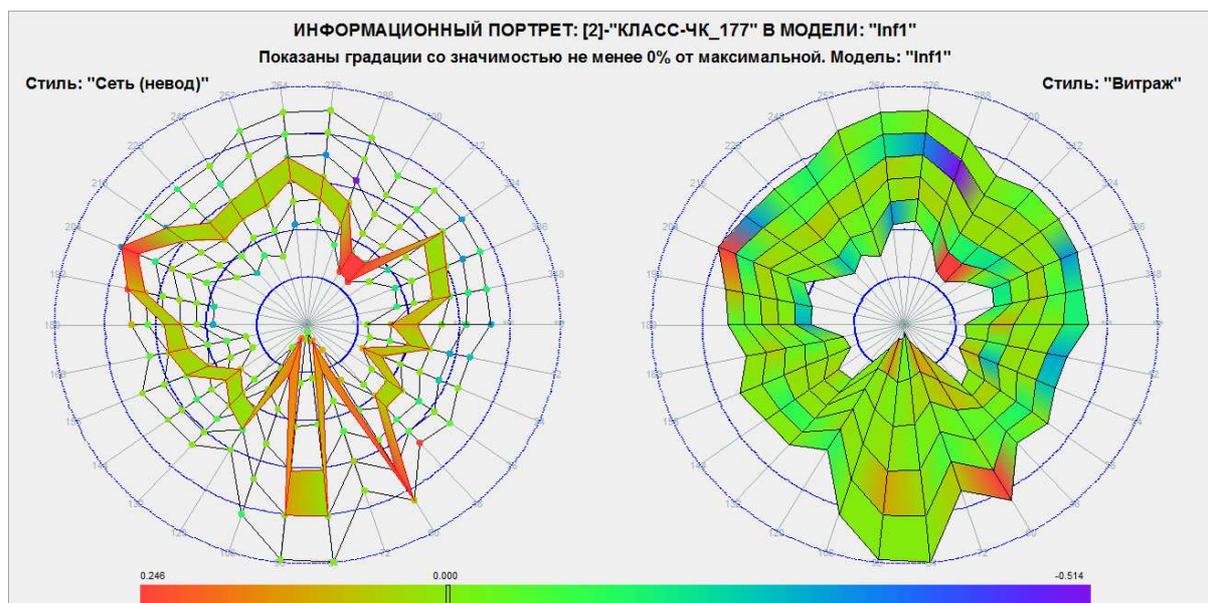


Рис. 14. Обобщенные образы листьев клона 117

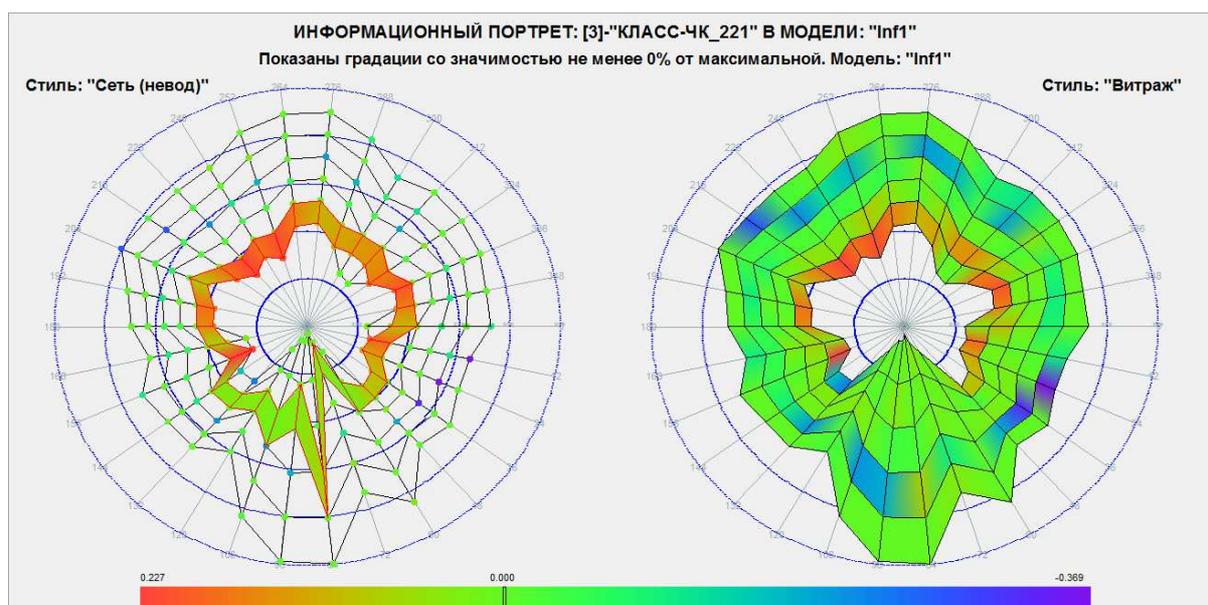


Рис. 15. Обобщенные образы листьев клона 221

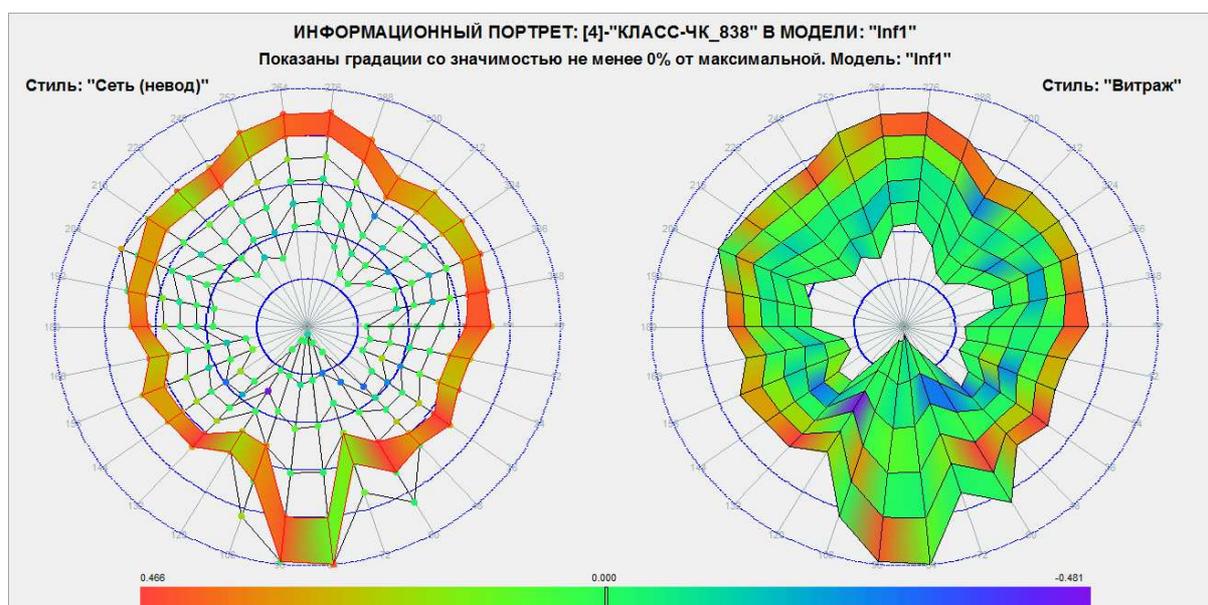


Рис. 16. Обобщенные образы листьев клона 838

Этап 4) верификация модели путем идентификации конкретных листьев с обобщенными образами клонов, т.е. классами (системная идентификация).

Созданная 2-я модель показала достаточно высокую достоверность, близкую к 1-й модели: около 70% не смотря на очень небольшое количество измерительных шкал (всего 30) и градаций (5) (рис 17):

4.1.3.6. Обобщенная форма по достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентификации	Вероятность правильной идентификации	Средняя вероятность правильного результата	Дата получения результата	Время получения результ...
ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	99.609	3.165	51.387	13.02.2016	10:14:41
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас...	Сумма абс. частот по признак...	100.000		50.000	13.02.2016	10:14:41
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	99.609	3.165	51.387	13.02.2016	10:14:46
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000		50.000	13.02.2016	10:14:46
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	99.609	3.165	51.387	13.02.2016	10:14:52
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000		50.000	13.02.2016	10:14:52
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	71.875	55.926	63.901	13.02.2016	10:14:57
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	70.703	66.175	68.439	13.02.2016	10:14:57
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	71.875	55.926	63.901	13.02.2016	10:15:03
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	70.313	65.822	68.067	13.02.2016	10:15:03
6. INF3 - частный критерий: Хиквадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	75.391	51.020	63.205	13.02.2016	10:15:09
6. INF3 - частный критерий: Хиквадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	75.391	51.020	63.205	13.02.2016	10:15:10
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	59.375	72.671	66.023	13.02.2016	10:15:15
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	77.344	57.163	67.253	13.02.2016	10:15:15
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	59.375	72.513	65.944	13.02.2016	10:15:20
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	77.344	57.163	67.253	13.02.2016	10:15:20
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	72.656	56.929	64.792	13.02.2016	10:15:26
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Сумма знаний	75.391	50.188	62.789	13.02.2016	10:15:26
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	72.266	56.984	64.625	13.02.2016	10:15:32
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Сумма знаний	75.391	50.085	62.738	13.02.2016	10:15:32

Помощь

Рис. 17. Достоверность созданных моделей 2-й итерации

Этап 5) количественное определение сходства-различия клонов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных клонов (рис. 18):

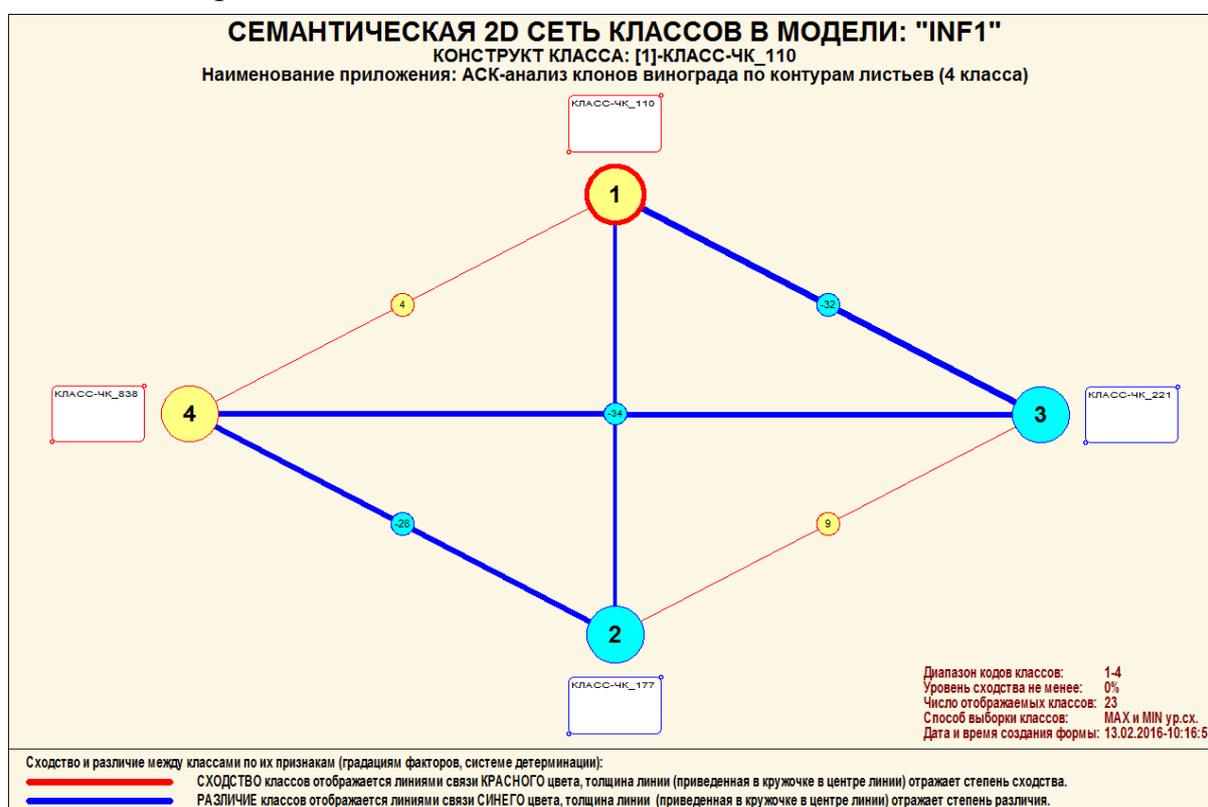


Рис. 18. Результаты кластерно-конструктивного анализа по 1-й модели

В таблице приведена матрица сходства обобщенных образов клонов (классов), отображенная в форме когнитивной диаграммы на рисунке 18.

Таблица. – Матрица сходства обобщенных образов клонов

№	Клон	110	177	221	838
1	ЧК_110	100,0000000	-20,1970963	-32,2406091	3,5215671
2	ЧК_177	-20,1970963	100,0000000	8,7179348	-27,7025343
3	ЧК_221	-32,2406091	8,7179348	100,0000000	-34,2162979
4	ЧК_838	3,5215671	-27,7025343	-34,2162979	100,0000000

Из анализа таблицы и формы на рис. 18 мы видим, что исследованные четыре клона №№ 110, 177, 221 и 838 по комплексу признаков взрослых листьев являются заметно различными, а сходными в очень небольшой степени по этим признакам оказались лишь клоны №110 и №838, №177 и №221.

Рассматривая параллельно в течение ряда лет другой комплекс биолого-хозяйственных признаков и свойств этих же четырех клонов, селекционеры-виноградари Нудьга Т.А., Ильницкая Е.Т. и Трошин Л.П. пришли к выводу об отборе лидирующих высокопродуктивных клонов в пределах каждой популяции, которые под названиями Каберне Тамани (№ 177-36), Каберне Кубани (№ 221-36) и Каберне Черноморец (№ 838-30) были переданы на государственные испытания и в 2015 году зарегистрированы в сортовой книге Госсорткомиссии России.

Хорошее совпадение результатов выявления сходства-различия клонов винограда по форме контуров листьев и независимым методом по биолого-хозяйственным признакам и свойствам увеличивает достоверность полученных в этих исследованиях результатов.

5. Выводы

В статье рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и реализующего их программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для решения одной из

важных задач ампелографии: количественного определения сходства-различия различных клонов винограда по контурам листьев. Для решения этой задачи выполняются следующие этапы: 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей; 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации; 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных клонов на основе конкретных листьев (многопараметрическая типизация); 4) верификация модели путем идентификации конкретных листьев с обобщенными образами клонов, т.е. классами (системная идентификация); 5) количественное определение сходства-различия клонов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных клонов. Форма контура конкретного листа рассматривается как зашумленное информационное сообщение о клоне, к которому он относится, включающее как информацию об истинной форме листа данного клона (чистый сигнал), так и шум, искажающий эту истинную форму, обусловленный случайным воздействием окружающей среды. Программный инструментарий АСК-анализа – интеллектуальная система «Эйдос» обеспечивает подавление шума и выделение сигнала об истинной форме листа каждого клона на основе ряда зашумленных конкретных примеров листьев данного клона. Таким образом создается один образ формы листа каждого клона, независящий от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдос» этих изображений (в смысле Платона) - прототип или архетип (в смысле Юнга) изображений.

Описанная в статье технология синтеза и применения интеллектуальной измерительной системы может быть применена не только в ампелографии, но и в других областях, чему может способствовать и то, что система «Эйдос» размещена в полном открытом бесплатном доступе на сайте автора по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm.

Материалы данной статьи могут быть использованы при проведении лабораторных работ по дисциплинам, связанным с интеллектуальными технологиями, представлением знаний и системами искусственного интеллекта, а также по эконометрике, биометрии, экологии, педагогике, психологии и медицине [1, 6, 7].

Литература⁴

1. 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 / Луценко Е.В. // 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>, 3,750 у.п.л.

2. 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.

3. 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>

4. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 у.п.л.

5. 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=18271217>

6. Луценко Е.В. Лабораторный практикум по интеллектуальным информационным системам: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 318с. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>

7. Луценко Е.В. АСК-анализ влияния экологических факторов на качество жизни населения региона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал

⁴ Ссылки на работы автора есть на сайте: <http://lc.kubagro.ru/>

КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №06(110). С. 1 – 37. – IDA [article ID]: 1101506001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/01.pdf>, 2,312 у.п.л.

8. Трошин Л.П. Три сибса современного частного виноградарства России и Украины / Л.П. Трошин, А.В. Милованов, Б.А. Маховицкий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 463 – 482. – IDA [article ID]: 0891305032. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/32.pdf>, 1,25 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,581.

9. Трошин Л. П. Интерактивная ампелография – наука и педагогика // Интерактивная ампелография и селекция винограда. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – С. 215-221.

10. Трошин Л.П. Модернизация столового сортимента для фермерского и приусадебного виноградарства: перспективные сорта-генеты Кострикина-Крайнова / Трошин Л.П. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408036. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/36.pdf>, 2,188 у.п.л.

11. Трошин Л.П. Модернизация столового сортимента для фермерского и приусадебного виноградарства: перспективные сорта-генеты Кострикина-Павловского / Трошин Л.П. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408037. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/37.pdf>, 1,688 у.п.л.

12. Трошин Л.П., Музыченко А.Б., Мисливский А.И. Новации виноградарства России. 3. Клоновая селекция винограда // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – № 10 (54). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/08.pdf>.

13. Трошин Л.П. Морфометрический анализ листовой ампелографической информации / Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(70). С. 460 – 490. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/32.pdf>, 1,938 у.п.л.

14. Трошин Л.П. Морфометрический анализ листовой ампелографической информации // Виноделие и виноградарство. – 2011. - № 3. – С. 48-49; - № 4. – С. 47-49.

15. Трошин Л.П. Leaf morphology of kuban wild-growing grape liana / Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 08 (72). С. 272–290. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/23.pdf>, 1,188 у.п.л.

16. Трошин Л.П. Современные ампелографические исследования. Морфометрический анализ листовой ампелографической информации // Генетические ресурсы и селекционное обеспечение современного виноградарства. – Новочеркасск: ВНИИВиВ, 2011. – С. 125-132.

17. Головина Н. Е., Трошин Л. П. Системно-когнитивный подход к решению основной задачи ампелографии // Интерактивная ампелография и селекция винограда. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – С. 46-48.

18. Трошин Л.П., Звягин А.С. Технология отбора лучших протоклонов винограда // Технологии производства элитного посадочного материала и виноградной продукции, отбора лучших протоклонов. – Краснодар: АлВи-Дизайн, 2005. – С. 75-95.

19. Трошин Л.П., Животовский Л.А. Методические рекомендации по клоновой селекции винограда на продуктивность / ВНИИВиПП "Магарач". Ин-т общей генетики им. Н.И.Вавилова. - Ялта, 1987. - 36 с.

20. Мандель И.Д. Кластерный анализ. - М.: Финансы и статистика. 1988. - 176с.

21. Леонов В.П. Краткий обзор методов кластерного анализа. Сайт: http://www.biometrica.tomsk.ru/cluster_2.htm
http://www.biometrica.tomsk.ru/cluster_3.htm

22. Леонов В.П. Литература и сайты по кластерному анализу. Сайт: http://www.biometrica.tomsk.ru/cluster_4.htm

23. Сайт Института Космических Исследований РАН: <http://www.iki.rssi.ru/magbase/REFMAN/STATTEXT/modules/stcluan.html#general>

24. Сайт Internet-сообщества закупщиков: http://zakup.vl.ru/132-metodi_klastern.html

25. Баран О.И., Григорьев Ю.А., Жилина Н.М. Алгоритмы и критерии качества кластеризации // Общественное здоровье и здравоохранение: материалы XLV науч.-практ. конф. с международным участием «Гигиена, организация здравоохранения и профпатология» и семинара «Актуальные вопросы современной профпатологии», Новокузнецк, 17-18 ноября 2010 / под ред. В.В.Захаренкова. Кемерово: Примула, 2010. - С. 21-26.

26. 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.

Literatura

1. Lucenko E.V. Sintez adaptivnyh intellektual'nyh izmeritel'nyh sistem s primeneniem ASK-analiza i sistemy «Jejdos» i sistemnaja identifikacija v jekometrike, biometrii, jekologii, pedagogike, psihologii i medicine / Lucenko E.V. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. - Krasnodar: KubGAU, 2016. - №02(116). S. 1 - 60. - IDA [article ID]: 1161602001. - Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/01.pdf>, 3,750 у.п.л.

2. Lucenko E.V. Reshenie zadach ampelografii s primeneniem ASK-analiza izobrazhenij list'ev po ih vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk, L.P. Troshin // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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 у.п.л.

3. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii aktivnymi ob#ektami (sistemnaja teorija informacii i ee primenenie v issledovanii jekonomicheskikh, social'no-psihologicheskikh, tehnologicheskikh i organizacionno-tehnicheskikh sistem): Monografija (nauchnoe izdanie). - Krasnodar: KubGAU. 2002. - 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

4. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy, tehnologija i instrumentarij avtomatizirovannogo sistemno-kognitivnogo analiza i vozmozhnosti ego primeneniya dlja sopostavimoj ocenki jeffektivnosti vuzov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. - Krasnodar: KubGAU, 2013. - №04(088). S. 340 - 359. - IDA [article ID]: 0881304022. - Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 у.п.л.

5. Lucenko E.V. Universal'naja kognitivnaja analiticheskaja sistema «Jejdos». Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18271217>
6. Lucenko E.V. Laboratornyj praktikum po intellektual'nym informacionnym sistemam: Uchebnoe posobie dlja studentov special'nosti "Prikladnaja informatika (po oblastjam)" i drugim jekonomicheskim special'nostjam. 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – 318s. – Rezhim dostupa: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>
7. Lucenko E.V. ASK-analiz vlijanija jekologicheskikh faktorov na kachestvo zhizni nasele-nija regiona / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №06(110). S. 1 – 37. – IDA [article ID]: 1101506001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/01.pdf>, 2,312 u.p.l.
8. Troshin L.P. Tri sibsa sovremennogo privatnogo vinogradarstva Rossii i Ukrainy / L.P. Troshin, A.V. Milovanov, B.A. Mahovickij // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №05(089). S. 463 – 482. – IDA [article ID]: 0891305032. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/32.pdf>, 1,25 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,581.
9. Troshin L. P. Interaktivnaja ampelografija – nauka i pedagogika // Interaktivnaja ampelografija i selekcija vinograda. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – S. 215-221.
10. Troshin L.P. Modernizacija stolovogo sortimenta dlja fermerskogo i priusadebnogo vinogradarstva: perspektivnye sorta-genety Kostrikina-Krajnova / Troshin L.P. // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408036. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/36.pdf>, 2,188 u.p.l.
11. Troshin L.P. Modernizacija stolovogo sortimenta dlja fermerskogo i priusadebnogo vinogradarstva: perspektivnye sorta-genety Kostrikina-Pavlovskogo / Troshin L.P. // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408037. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/37.pdf>, 1,688 u.p.l.
12. Troshin L.P., Muzychenko A.B., Mislivskij A.I. Novacii vinogradarstva Rossii. 3. Klonovaja selekcija vinograda // Nauchnyj zhurnal KubGAU [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – № 10 (54). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/08.pdf>.
13. Troshin L.P. Morfometricheskij analiz listovoj ampelograficheskoj informacii / L.P. Troshin // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №06(70). S. 460 – 490. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/32.pdf>, 1,938 u.p.l.
14. Troshin L.P. Morfometricheskij analiz listovoj ampelograficheskoj informacii // Vinodelie i vinogradarstvo. – 2011. - № 3. – S. 48-49; - № 4. – S. 47-49.
15. Troshin L.P. Leaf morphology of kuban wild-growing grape liana / L.P. Troshin // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – № 08 (72). S. 272–290. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/23.pdf>, 1,188 u.p.l.
16. Troshin L.P. Sovremennye ampelograficheskie issledovanija. Morfometricheskij analiz listovoj ampelograficheskoj informacii // Geneticheskie resursy i selekcionnoe obespechenie sovremennogo vinogradarstva. – Novoчерkassk: VNIIViV, 2011. – S. 125-132.
17. Golovina N. E., Troshin L. P. Sistemno-kognitivnyj podhod k resheniju osnovnoj zadachi ampelografii // Interaktivnaja ampelografija i selekcija vinograda. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – S. 46-48.
18. Troshin L.P., Zvjagin A.S. Tehnologija otbora luchshih protoklonov vinograda // Tehnologii proizvodstva jelitnogo posadochnogo materiala i vinogradnoj produkcii, otbora luchshih protoklonov. – Krasnodar: AlVi-Dizajn, 2005. – S. 75-95.
19. Troshin L.P., Zhivotovskij L.A. Metodicheskie rekomendacii po klonovoj selekcii vinograda na produktivnost' / VNIIViPP "Magarach". In-t obshhej genetiki im. N.I.Vavilova. - Jalta, 1987. - 36 s.

20. Mandel' I.D. Klasternyj analiz. - M.: Finansy i statistika. 1988. – 176s.
21. Leonov V.P. Kratkij obzor metodov klasternogo analiza. Sajt: http://www.biometrika.tomsk.ru/cluster_2.htm http://www.biometrika.tomsk.ru/cluster_3.htm
22. Leonov V.P. Literatura i sajty po klasternomu analizu. Sajt: http://www.biometrika.tomsk.ru/cluster_4.htm
23. Sajt Instituta Kosmicheskikh Issledovanij RAN: <http://www.iki.rssi.ru/magbase/REFMAN/STATTEXT/modules/stcluan.html#general>
24. Sajt Internet-soobshhestva zakupshhikov: http://zakup.vl.ru/132-metodi_klastern.html
25. Baran O.I., Grigor'ev Ju.A., Zhilina N.M. Algoritmy i kriterii kachestva klasterizacii // Obshhestvennoe zdorov'e i zdavoohranenie: materialy XLV nauch.-prakt. konf. s mezhdunarodnym uchastiem «Gigiena, organizacija zdavoohranenija i profpatologija» i seminaru «Aktual'nye voprosy sovremennoj profpatologii», Novokuzneck, 17-18 nojabrja 2010 / pod red. V.V.Zaharenkova. Kemerovo: Primula, 2010. – S. 21-26.
26. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizacija na osnove znanij (klasterizacija v sistemno-kognitivnom analize i intellektual'noj sisteme «Jejdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematiceskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 u.p.l.