

УДК 168.2; 303.732

DOI: 10.18413/2518-1092-2023-8-4-0-8

Маторин С.И.¹
Гуль С.В.²

**СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНЫЙ КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ
АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ**

¹) ЗАО «СофтКоннект», ул. Студенческая, д. 19, корпус 1, г. Белгород, 308018, Россия

²) Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
ул. Победы, 85, г. Белгород, 308015, Россия

e-mail: medintseva@bsu.edu.ru

Аннотация

В статье рассматривается актуальная задача совершенствования процедуры классифицирования в связи с ее многочисленными недостатками. Для решения поставленной задачи применен системный (системно-объектный) подход к процедуре подготовки исходного материала для построения классификации любой предметной области (ПрО). Данная процедура позволяет представлять исходную информацию в систематизированном виде, что обеспечивает ее эффективное использование при построении концептуальных классификационных моделей (ККМ) и, в частности, при построении трехмерной системно-объектной классификации. В статье подробно описаны этапы системно-объектного классификационного анализа (СОКА) любой ПрО: терминологический, концептуальный и собственно классификационный; а также представлен алгоритм СОКА. Результаты применения СОКА при построении трехмерной классификации показаны на примере системно-объектной трехмерной классификации ПрО «Приборы функциональной диагностики».

Ключевые слова: системно-объектный подход; концептуальная классификационная модель; системно-объектный классификационный анализ; трехмерная классификация

Для цитирования: Маторин С.И., Гуль С.В. Системно-объектный классификационный анализ предметной области // Научный результат. Информационные технологии. – Т.8, №4, 2023. – С. 78-86. DOI: 10.18413/2518-1092-2023-8-4-0-8

Matorin S.I.¹
Gul S.V.²

**SYSTEM-OBJECT CLASSIFICATION ANALYSIS
OF THE SUBJECT DOMAIN**

¹) CJSC «SoftConnect», 19 cor.1 Student St., Belgorod, 308023, Russia²) Belgorod State National Research University, 85 Pobedy St., Belgorod, 308015, Russia

e-mail: medintseva@bsu.edu.ru

Abstract

The article discusses the urgent task of improving the classification procedure in connection with its numerous shortcomings. To solve the problem, a systemic (system-object) approach to the procedure for preparing the initial material for constructing a classification of any subject area (SbA) was used. This procedure allows you to present the initial information in a systematized form, which ensures its effective use in the construction of conceptual classification models (CCM), and in particular in the construction of a three-dimensional system-object classification. The article describes in detail the stages of system-object classification analysis (SOCA) of any SbA: terminological, conceptual and classification itself; and also presents the SOKA algorithm. The results of using SOKA in constructing a three-dimensional classification are shown using the example of a system-object three-dimensional classification of the SbA “Functional Diagnostic Devices”.

Keywords: system-object approach; conceptual classification model; system-object classification analysis; three-dimensional classification

For citation: Matorin S.I., Gul S.V. System-object classification analysis of the subject domain // Research result. Information technologies. – Т.8, №4, 2023. – P. 78-86. DOI: 10.18413/2518-1092-2023-8-4-0-8

ВВЕДЕНИЕ

Общепризнанно, что классификация является необходимым условием существования и целесообразного развития знания, а также то, что классифицирование является одним из фундаментальных процессов в науке и в любой практической деятельности, так как «факты и явления должны быть упорядочены, прежде чем мы сможем их понять и разработать общие принципы, объясняющие их появление и видимый порядок» [1, с.9]. Однако, анализ работ, посвященных теории и практике классифицирования (в том числе, например, [2-14]), результаты которого представлены авторами в работах [13 и 16], показывает, что ни фундаментальные проблемы теории классификации, ни практические задачи классифицирования не решены до сих пор.

При этом авторы данной работы солидарны с авторами работ [5, 6 и 17], в которых обосновывается необходимость применения системного подхода в классификационном анализе, отсутствие применения которого и является, по мнению авторов, причиной существования нерешенных проблем классифицирования. Дело в том, что в настоящее время, к сожалению, в литературе не удается найти никаких рекомендаций, описывающих методику такого применения, что делает актуальным создание методики классификационного анализа, использующей системный (системно-объектный) подход.

В связи с этим авторами предлагается методика применения системно-объектного подхода, подробно представленного, например, в работе [18], для подготовки исходного материала с целью построения трехмерной системно-объектной классификации.

ПРОЦЕДУРА СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО КЛАССИФИКАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Для применения системного подхода при разработке классификации или концептуальной классификационной модели (ККМ) некоторой предметной области (ПрО) предлагается использовать процедуры *системно-объектного классификационного анализа (СОКА) ПрО*, а именно: *терминологического, концептуального и собственно классификационного* [15, 19, 20], которые адаптированы авторами для решения задачи построения трехмерной системно-объектной классификации. В ходе реализации этих процедур на первом этапе подготавливается исходный материал для построения классификации в виде совокупности терминов, представляющей собой в максимально возможной степени систему терминов (терминосистему). На втором этапе на выбранном исходном материале обеспечивается связность понятий, соответствующих выявленным терминам, в рамках иерархических родовидовых отношений, а также определяется предельно широкое понятие/класс для данной ПрО. На третьем этапе обеспечивается параметричность классификации, т.е. изоморфизм иерархической классификации систем-классов данной ПрО и классификации их свойств, что вместе с учетом системных характеристик в основаниях классифицирования, соблюдением отношения поддержания функциональной способности целого в рамках родовидовой иерархии и обеспечивает системность классификации.

Более детально упомянутые процедуры выглядят следующим образом:

1. Терминологический анализ ПрО.

– Выявление совокупности терминов, обозначающих объекты и процессы выбранной ПрО, т.е. терминов для понятий, обозначающих системы-классы данной ПрО.

– Анализ выявленной исходной совокупности терминов с целью определения степени ее приближения к терминосистеме:

– анализ наличия родовидовых определений для всех понятий/классов, соответствующих выделенной совокупности терминов (видовых, родовых понятий и понятий видовых отличий);

– выявление в исходной совокупности терминов таких терминов, которые соответствуют понятиям/классам, отражающим структурные, функциональные и субстанциальные характеристики систем данной ПрО.

– Устранение пересечений, противоречий и пробелов в рассматриваемой совокупности терминов, то есть ее максимально возможное приближение к терминосистеме.

2. Концептуальный анализ ПрО.

– Определение места (роли) данной ПрО в более широкой ПрО, то есть надсистемы данной ПрО (родового класса для данной ПрО) и соответствующего данной ПрО понятия/класса, как единственной категории (предельно широкого понятия/класса для данной ПрО).

– Определение структурных, функциональных и субстанциальных свойств предельно широкого понятия/класса (категории) данной ПрО, существенных с точки зрения выделенной надсистемы.

– Обеспечение отражения в определениях всех понятий/классов или структурных, или функциональных, или субстанциальных свойств систем-классов данной ПрО

– Обеспечение связности понятий/классов путем установления иерархических родовидовых отношений между понятиями/классами данной ПрО, отражающих отношения поддержания функциональной способности целого между системами данной ПрО. Т.е. обеспечение отображения в родовом понятии – надсистеме-классе данной системы-класса, в видовом отличии – или структурного, или функционального, или субстанциального свойства системы-класса в надсистеме-классе, в видовых понятиях – поддерживающих свойств данной системы-класса).

3. Классификационный анализ ПрО.

– Выбор оснований построения классификационной модели (схемы) данной ПрО (соответствующих определенным на предыдущем этапе структурным, функциональным и субстанциальным свойствам категориального понятия/класса данной ПрО (с точки зрения надсистемы данной ПрО).

– Обеспечение соответствия родовидовых отношений между понятиями/классами данной ПрО родовидовым отношениям между их видовыми отличиями в выбранной плоскости классифицирования (структурной, функциональной и субстанциальной).

– Построение иерархической классификации систем-классов данной ПрО изоморфной классификации их свойств в конкретной плоскости классифицирования. (Данный процесс подробно описан в работе [15]).

Таким образом, в первую очередь, необходимо определить самое абстрактное понятие (самый широкий, категориальный класс) данной ПрО. При этом это определение должно быть определением ПрО как системы, т.е. учитывать системные характеристики ПрО (структурные/узловые, функциональные и субстанциальные/объектные). В результате построения иерархии классов (концептуальных систем) полученные классификации должны заканчиваться «конкретными» классами, которые далее в настоящий момент не делятся на подклассы. Для обеспечения эффективного использования ККМ данные классы должны иметь минимальный объем и максимальное содержание. При этом между видовыми и родовыми свойствами в каждой плоскости необходимо соблюдать отношения поддержания функциональной способности целого, т.е. видовые свойства должны обеспечивать существование родовых. Ниже процедуры СОКА представлены в виде алгоритма (см. рис. 1).

ПРИМЕР РЕЗУЛЬТАТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМНО-ОБЪЕКТНОГО КЛАССИФИКАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

В работах [13 и 16] рассмотрен пример трехмерной системно-объектной классификации для предметной области «Чрезвычайная ситуация» (ЧС), полученный с применением СОКА. Данный пример показал полезность такого классифицирования, так как оно упрощает прослеживание причинно-следственных связей и позволяет автоматизировать получение прогноза возможных последствий возникновения некоторых явлений и определение возможных альтернатив при принятии решений.

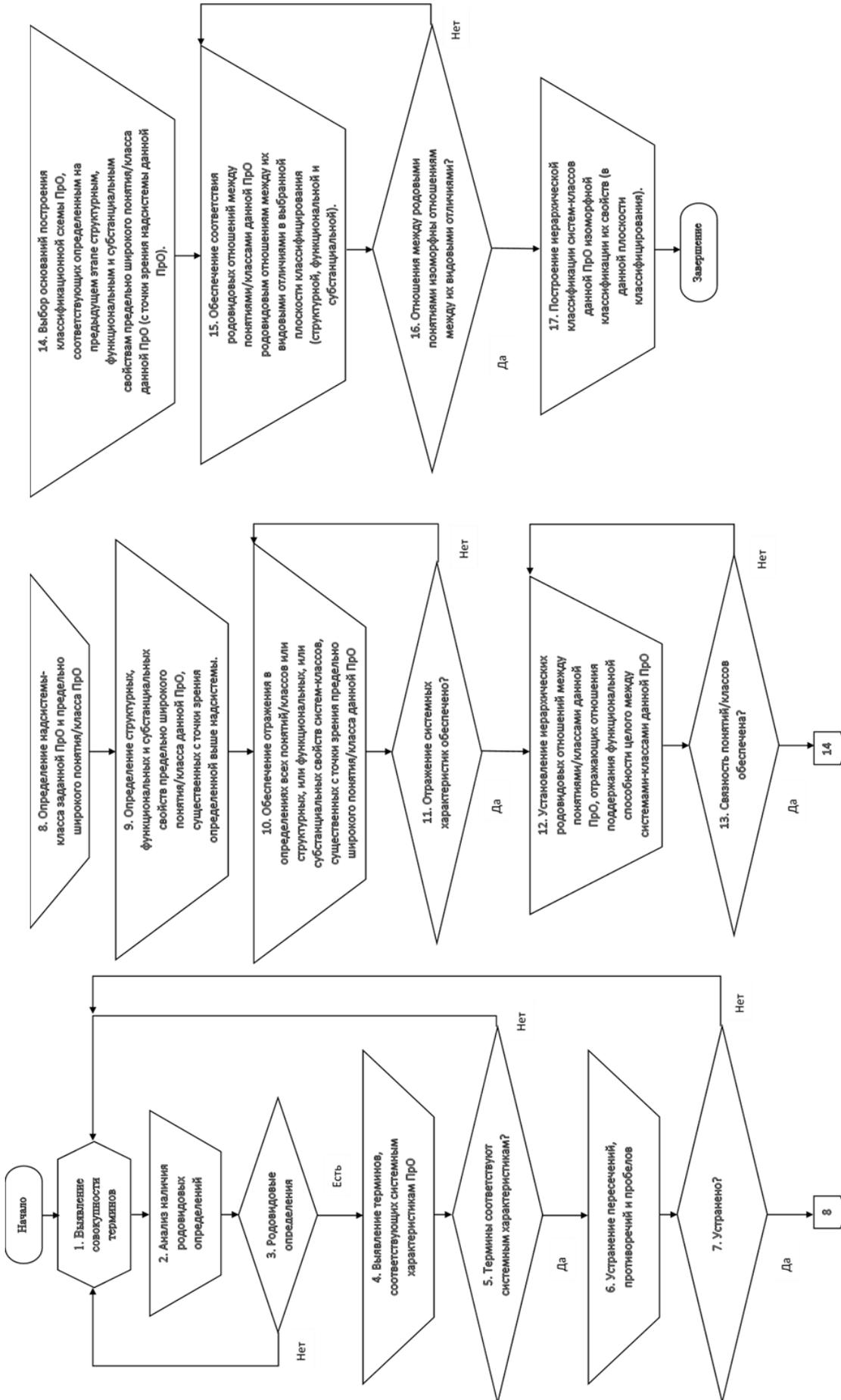


Рис. 1. Алгоритм СОКА
Fig. 1. SOCA algorithm

В данном случае проиллюстрируем использование СОКА для построения системно-объектной трехмерной классификации ПрО «Приборы функциональной диагностики» (ПФД). Анализ (терминологический и концептуальный) большого числа различных подходов к определению понятия *приборы функциональной диагностики*, например, в работах [21-23], показывает, что ПФД можно рассматривать как *приборы медицинского назначения (ПМЗ), предназначенные для оценки функционирования органов и систем организма путем измерения их механических, звуковых и электрических проявлений*. Системные характеристики предметной области ПФД могут быть определены как показано в таблице ниже.

Таблица

Определение понятия ПФД как системы

Table

Definition of the concept of FDD as a system

Плоскость классифицирования				Приборы функциональной диагностики ($УФ\mathcal{O}_{0,1}$)
Узел (структурная хар-ка)	A	<i>Внешняя детерминанта</i>	<i>Назначение</i>	ПМЗ предназначенные для оценки функционирования органов и систем организма ($R.U_{0,1}$) .
Функция (функциональная хар-ка)	B	<i>Внутренняя детерминанта</i>	<i>Функционирование</i>	ПМЗ для измерения механических, звуковых и электрических проявлений органов и систем организма ($R.\Phi_{0,1}$).
Объект (субстанциальная хар-ка)	C	<i>Результат</i>	<i>Субстанция</i>	ПМЗ, обладающие стоимостными, массогабаритными, мощностными характеристиками ($R.O_{0,1}$).

Таким образом, для данной предметной области самый абстрактный класс «Приборы функциональной диагностики» соответствует концепту ДЛ $УФ\mathcal{O}_{0,1}$. Классификация в плоскости **A** при построении системно-объектной трехмерной классификации строится путем выявления видов *органов и систем организма* со свойствами, соответствующими концепту свойств $R.U_{0,1}$. Классификация в плоскости **B** строится путем выявления видов *механических, звуковых и электрических проявлений* этих органов со свойствами, соответствующими концепту свойств $R.\Phi_{0,1}$. Классификация в плоскости **C** строится путем выявления видов *стоимостных, массогабаритных, мощностных* характеристик и др. со свойствами, соответствующими концепту свойств $R.O_{0,1}$.

Ниже на рисунках 2-4 приведен пример возможного построения трехмерной классификации в предметной области ПФД. Подчеркнем, что классификация ПФД в целом и особенно по объектным характеристикам является иллюстративной. Дело в том, что медицинские приборы имеют большое количество объектных характеристик, включающих в себя и стандартные для всех приборов (стоимость, вес, габариты, потребляемая мощность), и множество специфических (например, интерфейсные характеристики, характеристики безопасности и т.д.). В данной работе описывается принципиальная возможность учета в трехмерной системно-объектной классификации характеристик субстанции, которые для каждого практического применения классификации могут быть определены пользователем.

Приведенный пример наглядно показывает принципиальную возможность использования СОКА для подготовки исходного материала для классификации знаний о приборах медицинского назначения. Если в такой классификации учесть достаточное количество конкретных приборов, то, с одной стороны, на основе знаний о необходимости оценки функционирования конкретных органов и систем организма можно спрогнозировать требующиеся, например, финансовые ресурсы, площади и параметры электрической сети. С другой стороны, на основе знаний об имеющихся ресурсах можно принять решение о том, исследованиями функционирования каких органов и систем организма можно будет заниматься.

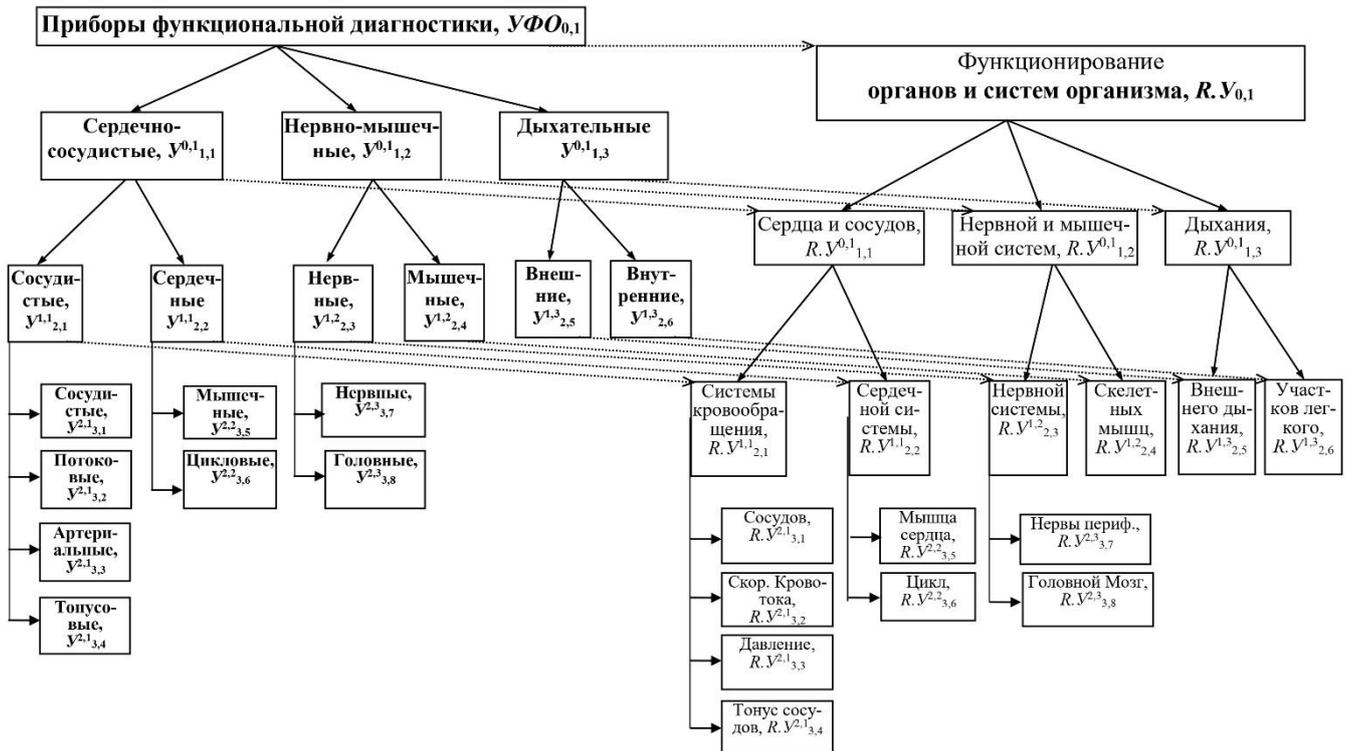


Рис. 2. Классификация ПФД по видам внешней детерминанты (Назначение)
Fig. 2. Classification of FDD by type of external determinant (Purpose)

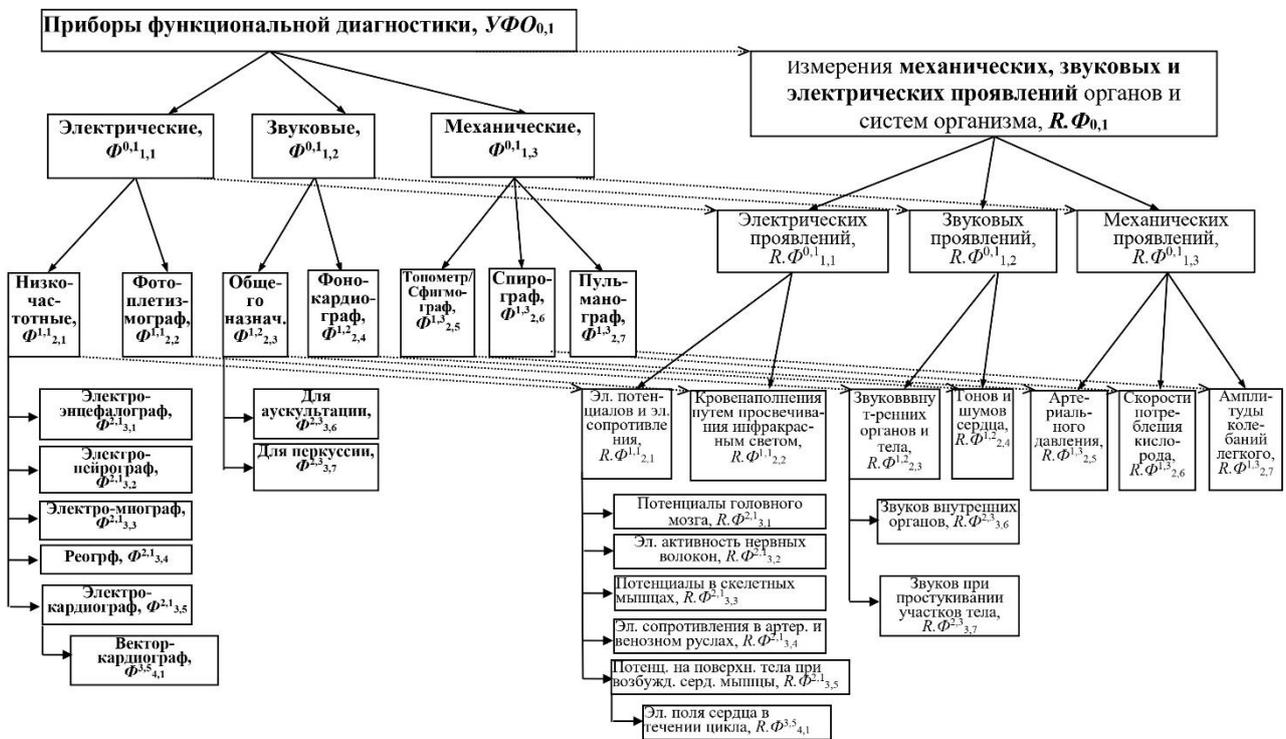


Рис. 3. Классификация ПФД по видам внутренней детерминанты (Функционирование)
Fig. 3. Classification of FDD by type of internal determinant (Functioning)

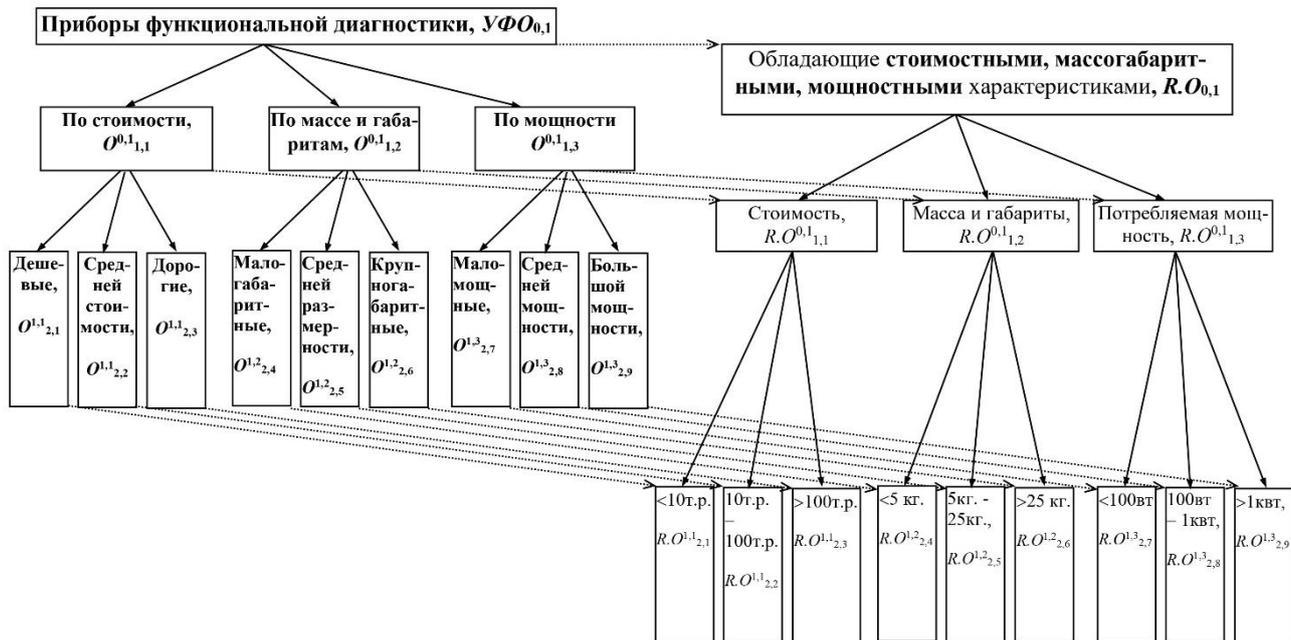


Рис. 4. Классификация ПФД по видам объектных характеристик (Субстанция)
Fig. 4. Classification of FDD by types of object characteristics (Substance)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный способ подготовки исходного материала для построения трехмерной классификации в виде процедур системно-объектного классификационного анализа показал возможность и целесообразность их использования. Приведенный пример использования СОКА для классифицирования ПрО «Приборы функциональной диагностики» показывает соответствие получаемой из исходного материала трехмерной классификации требованиям системно-объектного подхода и правилам классифицирования, представленным, например, в работе [24].

Предложенный способ СОКА предлагается рассматривать как неотъемлемую составную часть процесса разработки трехмерной классификации, на основе которой могут создаваться системно-объектные трехмерные базы знаний.

Список литературы

1. Бреховских С.М. Основы функциональной системологии материальных объектов. М.: Наука, 1989. – 192 с.
2. Розова С.С. Классификационная проблема современной науки. Новосибирск: Наука, 1986. – 224 с.
3. Воронин Ю.А. Введение в теорию классификаций. Новосибирск: СО АН СССР, 1982. – 194 с.
4. Карпов В.Э., Карпова И.П. К вопросу о принципах классификации систем // Информационные технологии. – 2002. – №2. – С. 35–38.
5. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. М.: Радио и связь, 1982. – 152 с.
6. Любищев А.А. Проблемы систематики // Проблемы эволюции. Т.1. Новосибирск: Наука, 1968. – С. 7-29.
7. Дорофеев А.А. Алгоритмы автоматической классификации: Обзор // Автоматика и телемеханика. 1971. – №12. – С. 78-113.
8. Шрейдер Ю.А. Математическая модель теории классификации // Научно-техническая информация. Сер. 2. – 1968. – №10. – С. 7-14.
9. Мейен С.В., Шрейдер Ю.А. Методологические аспекты теории классификации // Вопросы философии. – 1976. – №12. – С. 67-79.
10. Митрофанова С.С. Естественная классификационная система как явление культуры // Проблемы системных исследований. Новосибирск: НГУ, 1985. – С. 31-44.

11. Бокий Г.Б. Роль классификационной системы в процессе получения новых научных знаний // Проблемы системных исследований. Новосибирск: НГУ, 1985. – С. 45-63.
12. Субетто А.И. Метаклассификация как наука о механизмах и законах классифицирования. СПб.: Исслед. ц-р проблем кач-ва подгот-ки спец-ов, 1994. – 254 с.
13. Гулакова Т.К., Кузьмич Р.И. Поиск закономерностей в задаче классификации // Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы авиации и космонавтики»: в 2 т. Т. 1. Технические науки. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2010. – С. 317-318.
14. Масич, И.С., Краева Е.М., Кузьмич Р.И., Гулакова Т.К. Сравнительный анализ методов классификации данных на практических задачах прогнозирования и диагностики // Научно-технический журнал: «Системы управления и информационные технологии». – 2011. – №1(43). – С. 20-25.
15. Маторин С.И., Гуль С.В. Системно-объектное классификационное моделирование сложных предметных областей // Экономика. Информатика. – 2023. – №50(1). – С. 152–161.
16. Маторин С.И., Гуль С.В. Модель системно-объектной трехмерной базы знаний // Искусственный интеллект и принятие решений. – 2023. – № 2. – С. 95-109.
17. Полищук Ю.М., Хон В.Б. Теория автоматизированных банков информации. М.: Высшая школа, 1989. – 184 с.
18. Теория систем и системный анализ: учебник. А.Г. Жихарев, О.А. Зимовец, М.Ф. Тубольцев, А.А. Кондратенко; под ред. С.И. Маторина. Москва: КНОРУС, 2021. – 456 с.
19. Игрунова С.В., Мединцева С.В. Разработка модели икт-компетенций для управления подготовкой специалистов // Вестник Национального технического университета Харьковский политехнический институт. Серия: Информатика и моделирование. – 2007. – № 39. – С. 89-96.
20. Гуль С.В., Маторин С.И. Проблемы концептуального классификационного моделирования // Материалы IX международной конференции «Информационно-аналитические системы и технологии». 14-18 марта 2021 года, Белгород. – С. 49-57.
21. Фролова, М.С. Современные способы классификации медицинских изделий// Вопр. соврем. науки и практики. Ун-т им. В.И. Вернадского. 2013. № 1(45). – С. 26-35.
22. Канюков В.Н., Тайгузин Р.Ш. Медицинское диагностическое оборудование. Оренбург: ОГУ, 2010. – 112 с.
23. Ишманов М.Ю., Попов С.А., Попович С.А. и др. Медицинская аппаратура. Полный справочник. М.: Научная книга, 2008. – 720 с.
24. Кондаков Н.И., Горский Д.П. Логический словарь. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

References

1. Brekhovskikh S.M. Fundamentals of functional systemology of material objects. M.: Nauka, 1989. – 192 p.
2. Rozova S.S. Classification problem of modern science. Novosibirsk: Nauka, 1986. – 224 p.
3. Voronin Yu.A. Introduction to the theory of classifications. Novosibirsk: SO AN USSR, 1982. – 194 p.
4. Karpov V.E., Karpova I.P. On the question of the principles of classification of systems // Information technologies. – 2002. – No. 2. – pp. 35–38.
5. Shreider Yu.A., Sharov A.A. Systems and models. M.: Radio and communication, 1982. – 152 p.
6. Lyubishchev A.A. Problems of systematics // Problems of evolution. T.1. Novosibirsk: Nauka, 1968. – P. 7-29.
7. Dorofeyuk A.A. Automatic classification algorithms: Review // Automation and telemechanics. 1971. – No. 12. – pp. 78-113.
8. Shradler Yu.A. Mathematical model of classification theory // Scientific and technical information. Ser. 2. – 1968. –No. 10. – pp. 7-14.
9. Meyen S.V., Shradler Yu.A. Methodological aspects of classification theory // Questions of Philosophy. – 1976. – No. 12. – pp. 67-79.
10. Mitrofanova S.S. Natural classification system as a cultural phenomenon // Problems of systemic research. Novosibirsk: NSU, 1985. – pp. 31-44.
11. Bokiyy G.B. The role of the classification system in the process of obtaining new scientific knowledge // Problems of systemic research. Novosibirsk: NSU, 1985. – P. 45-63.
12. Subetto A.I. Metaclassification as a science about the mechanisms and laws of classification. SPb.: Issled. Center for problems of quality of training of specialists, 1994. – 254 p.

13. Gulakova T.K., Kuzmich R.I. Search for patterns in the classification problem // Materials of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference “Current Problems of Aviation and Cosmonautics”: in 2 volumes. T. 1. Technical Sciences. Krasnoyarsk: Sib. state aerospace Univ., 2010. – pp. 317-318.
14. Masich, I.S., Kraeva E.M., Kuzmich R.I., Gulakova T.K. Comparative analysis of data classification methods on practical problems of forecasting and diagnostics // Scientific and technical journal: “Control systems and information technologies”. – 2011. – No. 1(43). – pp. 20-25.
15. Matorin S.I., Gul S.V. System-object classification modeling of complex subject areas // Economics. Information technologies. – 2023. – No. 50(1). – pp. 152–161.
16. Matorin S.I., Gul S.V. Model of a system-object three-dimensional knowledge base // Artificial intelligence and decision making. – 2023. – No. 2. – P. 95-109.
17. Polishchuk Yu.M., Khon V.B. Theory of automated information banks. M.: Higher School, 1989. 184 p.
18. Systems theory and system analysis: textbook. A.G. Zhikharev, O.A. Zimovets, M.F. Tuboltsev, A.A. Kondratenko; edited by S.I. Matorina. Moscow: KNORUS, 2021. – 456 p.
19. Igrunova S.V., Medintseva S.V. Development of a model of ICT competencies for managing the training of specialists // Bulletin of the National Technical University Kharkov Polytechnic Institute. Series: Computer science and modeling. – 2007. – No. 39. – pp. 89-96.
20. Gul S.V., Matorin S.I. Problems of conceptual classification modeling // Proceedings of the IX international conference “Information-analytical systems and technologies”. March 14-18, 2021, Belgorod. pp. 49-57.
21. Frolova, M.S. Modern methods of classification of medical devices // Issue. let's modernize science and practice. Univ. IN AND. Vernadsky. – 2013. – No. 1(45). – pp. 26–35.
22. Kanyukov V.N., Tayguzin R.Sh. Medical diagnostic equipment. Orenburg: OSU, 2010. – 112 p.
23. Ishmanov M.Yu., Popov S.A., Popovich S.A. and others. Medical equipment. Complete reference book. M.: Scientific book, 2008. – 720 p.
24. Kondakov N.I., Gorsky D.P. Logical dictionary. – M.: Nauka, 1975. – 656 p.

Маторин Сергей Игоревич, доктор технических наук, профессор, заместитель генерального директора по науке и инновациям

Гуль Светлана Владимировна, старший преподаватель кафедры информационных и робототехнических систем

Matorin Sergey Igorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy General Director for Science and Innovation

Gul Svetlana Vladimirovna, Senior Lecturer, Department of Information and Robotic Systems