

## КЛАССИФИКАТОР ОБЛАСТИ ЗНАНИЙ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ СТРУКТУРНОГО СИНТЕЗА. ПРОБЛЕМЫ ЕГО СОЗДАНИЯ И РАСШИРЕНИЯ

**О.В. Малина, А.С. Мусеев, Е.А. Малина**

*Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова,  
г. Ижевск, Россия*

**Цель.** Использование принципиально новых подходов для решения задачи структурного синтеза слабо формализованных объектов – с одной стороны, вызов времени, требующий сокращения времени разработки и получения качественных технических решений, с другой стороны, результат исследований, позволяющих использовать инвариантные переборные алгоритмы для решения задачи структурного синтеза. Решение указанной задачи предлагаемым способом требует создания множества данных и знаний, перебор которого даст искомый результат. Формирование данного множества, поддержание его в корректном и актуальном состоянии – серьезная задача, требующая выработки новых подходов, формализации продиктованных этими подходами процессов и разработки алгоритмов. **Методы.** Этапами формирования указанного множества являются: сбор данных о существующих технических решениях, их формальное описание, обобщение этих описаний с формированием некоторой структуры, позволяющей однозначно идентифицировать каждый существующий объект и создавать новый путем комбинации имеющихся знаний или путем модернизации известных технических решений. В качестве структуры, обобщающей данные конкретной области знаний, предлагается использовать классификатор, особенностью которого является то, что при его организации реализованы два метода создания: иерархический и фасетный. Создание такого классификатора и поддержание его в корректном состоянии – задача, позволяющая решить проблему формирования информационного обеспечения систем структурного синтеза слабо формализованных объектов средней и высокой степени сложности. **Результаты.** Процесс создания такого классификатора сталкивается с рядом проблем, выявление которых – первый шаг в направлении разработки качественного информационного обеспечения. Указанные проблемы возникают на каждом из этапов анализа предметной области (анализ существующих вариантов исполнения объектов; обобщение знаний о рассмотренных объектах; дополнение (расширение) классификатора). Причинами их возникновения могут стать нарушение принципа достаточности при анализе и декомпозиции, нарушение иерархичности структуры при обобщении в процессе построения модели предметной области, нарушение признаков обязательности и необязательности при синтезе и расширении модели, основу которой составляет классификатор. **Заключение.** Выявление указанных проблем и исследования процесса их недопущения и преодоления – важная задача, решение которой позволит максимально формализовать процесс создания классификатора как информационной модели системы структурного синтеза.

*Ключевые слова:* классификация, классификатор, обобщенная модель, принцип достаточности, принцип эмерджентности, свойство «обязательности».

### Введение

Автоматизация процессов создания новых объектов, будь то конструкции изделий машиностроения, программные комплексы или технические системы, является актуальной задачей, поскольку именно автоматизация позволяет существенно ускорить процесс разработки, получить структуры с учетом обобщенного профессионального опыта в сфере деятельности, максимально сократить вероятность появления ошибок, ставших следствием влияния человеческого фактора.

Уровень процесса автоматизации проектирования объектов во многом определяется уровнем формализации процессов, описывающих конкретную предметную область, что в свою очередь напрямую зависит от сложности объекта проектирования.

Менее формализованным, а значит, и менее автоматизированным на сегодняшний день остается процесс структурного синтеза, в результате которого формируется объект, отвечающий набору критериев, накладываемых постановщиком задачи, как набор конкретных модулей, охарактеризованных набором параметров, однозначно идентифицирующих эти модули.

Задача структурного синтеза возникает не только при проектировании новых структур. Важным направлением применения структурного синтеза является процесс конфигурирования структуры при модернизации существующего изделия (замены узлов, деталей).

В данной статье речь пойдет о структурном синтезе объектов средней степени сложности, для которых не существует полная предметная (обеспеченная алгоритмами предметной области) формализация процесса создания.

### 1. Подход к разработке системы структурного синтеза

Согласно рассмотренным ранее классификационным факторам [1, 2], для изделий средней степени сложности, рассмотрению которых посвящена данная статья, в качестве базовой выбирается тип структуры автоматизированной системы, отвечающей следующим квалификационным признакам:

- по формулировке задачи проектирования – получение варианта конструкции, удовлетворяющей требованиям технического задания;
- по базовому подходу к получению заданной структуры – процессы выбора из множества;
- по определению базовой функции системы и роли технического задания в процессе автоматизированного проектирования – доопределение множества характеристик;
- по базовому алгоритму процесса синтеза – переборные алгоритмы.

Совокупность классификационных признаков, описанных выше, позволяет сформировать требования, выполнение которых станет этапами разработки указанной системы.

Итак, указанная система должна:

- формировать множество технических решений, отвечающих требованиям технического задания на основе переборных алгоритмов;
- предоставить потребителю возможность вариации требований технического задания в широких пределах (когда одна и та же характеристика может выступать или параметром – результатом проектирования, или критерием – исходным ограничением на процесс проектирования).

Сформулированные требования, предъявляемые к функционированию системы, требуют прежде всего создания множества характеристик, описывающих класс проектируемых объектов, на которых системой и будет осуществляться комбинаторный перебор.

### 2. Классификатор – основные понятия и история вопроса

Множество данных, характеризующих предметную область, было систематизировано и оформлено в виде классификатора.

Понятие «классификации» и «классификатора» используется в научной сфере достаточно часто [3–13], при этом варьируется смысл, вкладываемый в эти понятия, в зависимости от задач, в решении которых они используются.

В общем понимании «классификация» – это, с одной стороны, способ организации какого-либо массива данных с целью систематизации знаний о некоторой области или объекте, с другой – процесс указанной систематизации.

Целью классификации является установление определенной структуры порядка, нормативно-мерного упорядочения множества, которое разбивается на гетерономные (разнородные) друг по отношению к другу, но гомогенные (однородные) внутри себя по какому-либо признаку, отделенные друг от друга подмножества [14].

Однако понятие «классификация» не следует рассматривать как простое деление объектов на группы – классы. Для классификации свойственны следующие принципиальные особенности.

1. Классификация – это, как правило, система последовательных делений.
2. Деления на классы в рамках классификации осуществляется с точки зрения наличия или отсутствия у объектов некоторых признаков.

3. По месту объекта в системе классификации можно судить о его свойствах.

4. Результаты классификации могут быть представлены в виде некоторых упорядоченных структур, удобных для систематизации человеком знаний о предметной области.

Определившись с понятием «классификация», введем понятие «классификатор», которое будет отличаться от общепринятого. Как правило, под классификатором понимается систематизированный перечень наименований объектов, каждому из которых в соответствие дан уникальный код. Таким образом «классификатор» – это результат классификации.

Часто классификатором называют лицо, осуществляющее классификацию.

Однако в данных исследованиях, посвященных разработке систем структурного синтеза, классификатором будем называть инструмент, на основании которого можно реализовать классификацию так, чтобы в результате ее каждый объект предметной области получил свой уникальный код.

### 3. Требования к классификатору

Приведенное выше определение позволяет сформулировать требования, которые необходимо выполнить, чтобы классификатор мог выступать в качестве информационной базы процесса перебора в рамках структурного синтеза.

Первое требование можно сформулировать как соблюдение «принципа достаточности». Причем достаточность должна быть соблюдена как «сверху» – меньше нельзя, так и «снизу» – больше не стоит.

Достаточность «сверху» можно сформулировать так: количество классификационных признаков должно быть достаточным для того, чтобы каждый экземпляр объекта имел свой уникальный код, так что любые два различных по структуре объекта имеют отличные коды.

Достаточность «снизу» позволяет отсеять незначимые для проектировщика признаки – свойства объекта, ограничив тем самым количество признаков, участвующих в рассмотрении.

Второе требование при создании классификатора как информационного обеспечения системы структурного синтеза – это возможность реализации смешанной структуры. Как правило, выделяют два метода создания классификатора [15]: иерархический и фасетный.

Иерархический предполагает последовательное деление множества на подчиненные подмножества, основанием деления которого является классификационный признак, с формированием структуры типа «дерево».

Фасетная классификация позволяет рассматривать множество признаков, разбивающих одно и то же исходное множество объектов на различные подмножества, в зависимости от выбранного признака – фасета. Именно фасетный метод позволяет формировать код объекта.

Рассматривая в качестве объекта классификации изделия средней степени сложности, имеющего непростую внутреннюю структуру, логично выполнить анализ функционального устройства иерархическим методом, используя привычные в предметной области термины, например: «узлы», «подузлы», «сборки», «подсборки», «детали», «поверхности».

Все прочие классификационные особенности объектов (как то: материал, размер, вес, форма и т. д.) – результат фасетной классификации.

В результате такого подхода классификационный код объекта – это совокупность всех кодов всех элементов иерархического разложения.

Третье требование при разработке классификатора – это соблюдение «принципа эмерджентности», состоящего в недопущении появления в характеристиках объекта свойств, присущих его элементам.

Реализация данного принципа освободит информационную базу от дублирования данных (когда одно и то же свойство принадлежит и объекту, и его части и при описании дублируется).

Рассмотрев базовые требования, можно кратко представить основные методы формирования классификатора, предварительно определив его структуру.

### 4. Методы построения классификатора

Структурно классификатор представляет собой иерархически декомпозированное и упорядоченное множество всех структурных элементов рассматриваемого класса объектов, для каждого из которых сформировано необходимое и достаточное множество фасетов – классификационных признаков с известным набором значений.

В работах [16–19] рассмотрены основные методы создания классификатора, которые содержат следующие этапы.

1. Анализ существующих вариантов исполнения объектов.
2. Обобщение знаний о рассмотренных объектах.
3. Дополнение (расширение) классификатора.

### 5. Проблемы построения классификатора (особенности модели)

Анализ существующих вариантов исполнения для каждого варианта выполняется в два шага: – иерархическое структурное разложение «сверху-вниз»; – описание каждого структурного элемента «снизу-вверх» (для предотвращения нарушения принципа эмерджентности, когда характеристика компонента отнесена к целому).

Описание каждого структурного элемента выполняется посредством выявления всех значащих характеристик, состоящих из категории и значения, например, «цвет – красный», «форма – круглая», «количество подшипников – 2».

Проблемными зонами этапа анализа существующих вариантов исполнения объектов являются:

– необходимость выполнения принципа достаточности;  
– необходимость преодоления нарушения иерархической структуры при разложении, когда некоторый элемент имеет две материнские вершины (выходной вал первой ступени двухступенчатого редуктора является входным валом второй ступени двухступенчатого редуктора).

Этап обобщения – это этап формирования классификатора, когда четко установлены связи между элементами, разложенными иерархическим методом, а множество характеристик преобразовано в множество фасетов.

Корректность выполнения данного этапа – неперемное условие возможности использования полученного классификатора как модели синтеза.

Проблемы данного этапа обусловлены необязательностью отдельных элементов, составляющих иерархический скелет классификатора.

Следствием указанной проблемы является несоответствие количества функциональных элементов, составляющих скелет классификатора, количеству элементов конкретной реализации объекта, при этом мощность кода (количество признаков, характеризующих объект) одинакова для всех объектов данного класса.

Устранение указанной проблемы реализуется за счет дополнения в множества признаков необязательных вершин пустых значений – NIL – «не имеет значения».

### 6. Необходимость расширения классификатора

Дополнение классификатора – это очень важный и трудоемкий процесс. Дополнение классификатора в отличие от первых двух этапов может выполняться многократно по мере появления новых знаний об объектах рассматриваемого класса.

Первый раз дополнение классификатора происходит при первоначальном формировании модели.

Исходное множество рассматриваемых объектов (первоначальная выборка), на основе которых строится обобщенная модель, имеет, как правило, небольшую мощность (от 3 до 5). Этого бывает достаточно, чтобы сформировать первоначальный скелет обобщенной модели и определить базовое множество фасетов (признаков).

Однако для получения максимально полного представления о классе объектов происходит анализ полученной обобщенной модели, в рамках которого в процессе экспертного опроса происходит дополнение модели и расширение классификатора.

Расширение выполняется в несколько этапов.

На первом этапе эксперт анализирует скелет модели, в рамках которого он должен ответить на вопрос, все ли структурные элементы скелета, признанные обязательными на этапе обобщения, являются обязательными всегда. Преобразование обязательных функциональных вершин в необязательные может быть следствием особенностей структур, попавших в первоначальную выборку. Так, например, при создании модели класса спироидных редукторов в первоначальной выборке рассматривались только редукторы, в узле колеса которых три опоры. В результате обобщения все три опоры будут признаны обязательными функциональными вершинами. Однако

эксперт справедливо отметит, что существуют конструкции спироидного редуктора, в которых узел колеса имеет только две опоры. В результате этого третья опора колеса будет признана необязательной. Необязательность опоры повлечет ряд дополнений классификатора: во-первых, в множестве значений всех признаков подграфа модели, корневой вершиной которого является вершина «третья опора», должно появиться значение NIL; во-вторых, у функциональной вершины «узел колеса» появится признак «количество опор», значениями которого будут «две» и «три».

На втором этапе эксперт анализирует множество значений количественных признаков. Например, у вершины «узел червяка» в обобщенной модели сформировался признак «количество опор» со значениями «одна» и «две». Анализ позволит эксперту добавить в указанный фасет еще одно значение «три», поскольку бывают трехопорные исполнения узла червяка. Появление указанного значения говорит о том, что в скелете обобщенной модели узла червяка должна появиться вершина «третья опора», а вместе с ней подграф, представляющий ее структуру, включающий скелет и множество признаков.

На третьем этапе эксперт анализирует остальные признаки на предмет фиксации дополнительных значений, которые не присутствовали в структурах первоначальной выборки. Появление новых значений может также привести к дальнейшему расширению модели. Например, дополнение признака «способ соединения колеса с валом» значением «шпоночное соединение» предполагает дополнение модели функциональным элементом «шпонка» с соответствующим описанием.

Указанные выше дополнения не реализуются линейным процессом, поскольку выполнение одного может потребовать повторное выполнение другого, поэтому, в том числе, процесс первоначального дополнения модели – весьма трудоемкий и отнюдь не тривиальный.

Последующие дополнения или расширения классификатора осуществляются перманентно по мере появления новых знаний об объекте.

По мере накопления данных указанные выше процедуры дополнения могут существенно изменить классификатор области знаний, при этом базовым условием его использования становится его корректность, обеспечение которой в процессе расширения требует решения ряда проблем.

## **7. Проблемы расширения классификатора и пути их решения**

Рассмотрим проблемы, которые возникают как в процессе создания обобщенной модели, так и в процессе ее дополнения.

Первая проблема – это нарушение принципа достаточности. В процессе создания и дополнения модели лица, ответственные за ее наполнение, должны четко ограничить область знаний, для которой формируется модель, круг задач, решаемых на базе указанной модели, и, как следствие, уровень детализации.

Очевидно, что не имеет смысла раскладывать на компоненты стандартные элементы. Так, в модели спироидных редукторов подшипник – сложный технический элемент – не раскладывается на составляющие компоненты и описывается лишь стандартным шифром.

Не имеет смысла вводить в модель признаки, несущественные для решаемых задач. Так, в модели спироидных редукторов не имеет смысла вводить признак «цвет корпуса», поскольку это для данного объекта абсолютно не имеет значения.

Очень важно, чтобы в качестве признаков классификатора присутствовали все требования, которые в виде критериев предъявляются к объектам данного класса потребителями, и все параметры, которыми оперируют разработчики в процессе создания объекта, отвечающего требованиям заказчика.

Вторая проблема – это нарушение принципа эмерджентности. Зачастую эксперту бывает не просто определить принадлежность той или иной характеристики структурному элементу.

Некорректное отнесение характеристики к элементу влечет за собой логические нарушения в процессе структурного синтеза.

Рассмотрим последствия ошибки, когда характеристика компонента была отнесена к его предку – материнской вершине.

Проблема возникнет тогда, когда с помощью указанного классификатора мы будем создавать не изделие в целом, а его отдельный компонент или решать задачу замены указанного компонента – модернизация структуры. В этом случае характеристика, отнесенная к другому элементу, выпадет из рассмотрения и процесс структурного синтеза даст некорректный результат.

Третья проблема – это нарушение свойства обязательности вершины. Это нарушение может быть двух видов: обязательной вершине случайно присвоили статус необязательной и наоборот.

Чуть ранее мы уже отмечали, что отдельные дополнения классификатора могут оказать существенное как непосредственное, так и опосредованное влияние на состояние модели в целом. Это касается в первую очередь набора вершин и изменения свойства «обязательности».

Исследование свойства обязательности вершин – это достаточно серьезное исследование, цель которого – разработать формальные правила, позволяющие на основании ограниченного набора экспертных оценок по изменению данных об отдельном элементе скорректировать модель в целом.

Четвертая проблема, которая уже упоминалась ранее, – это нарушение древовидности скелета классификатора. Данная проблема возникает, когда некий структурный элемент имеет двух родителей.

Для преодоления указанного логического нарушения в модель вводится понятие «вершина-фонтом», которая представляет ту же самую вершину, но в рамках иной структуры. Таким образом, один структурный элемент представлен в модели двумя вершинами.

При этом указанные вершины могут иметь разное свойство «обязательности» и даже разный набор описывающих их признаков. Так, например, при рассмотрении модели структуры редукторов очевидно, что выходной вал узла колеса первой ступени является входным валом узла червяка второй ступени.

Выходной вал первой ступени – элемент обязательный, поскольку в любом редукторе одна ступень есть всегда, а вот входной вал второй ступени в случае рассмотрения одноступенчатого редуктора может отсутствовать. Таким образом, элемент этот необязательный и, следовательно, все признаки, его характеризующие, должны иметь значение NIL.

Более того, в рамках первой ступени указанный вал характеризуется набором признаков, который может не совпадать с набором признаков, характеризующих его в рамках второй ступени.

Формализация решения проблемы нарушения свойства «обязательности» – серьезная задача, также требующая решения.

### Заключение

Таким образом, выявив и рассмотрев указанные проблемы, можно выработать план создания формализованного подхода к разработке классификатора области знаний, позволяющего избежать логических ошибок при использовании его в качестве информационной модели системы структурного синтеза.

### Литература

1. Малина, О.В. Классификационные факторы процесса структурного синтеза дискретных объектов / О.В. Малина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 132–138. DOI: 10.14529/ctcr190413
2. Malina, O.V. New Approach to Computer-Aided Design of Gearbox Systems: Models and Algorithms / O.V. Malina // New Approaches to Gear Design and Production. – 2020. – Vol. 81. – P. 427–438.
3. Микони, С.В. О классе, классификации и систематизации / С.В. Микони // Онтология проектирования. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 67–80.
4. Микони, С.В. Роль и место классификаций в системном анализе / С.В. Микони // Труды 4-й Международной конференции «Системный анализ и информационные технологии» (САИТ-2011), Абзаково, 17–23 авг., 2011. – Челябинск, 2011. – Т. 2. – С. 39–42.
5. Gilchrist, A. Research in information science / A. Gilchrist // Brit. Librarianship and Inf. Sci., 1966–1970. – 1972. – P. 320–341.
6. Arntz, H. Universality of classification? / H. Arntz // Univers. Cl. 2. Subject Anal. and Ordering Syst. Proc. 4 Int. Study Conf. Cl. Res., 6 Annu. Conf. Ges. Kl., Augsburg, 28 June – 2 July, 1982. – 1983. – Vol. 2. – P. 31–40.
7. Coates, E.J. Subject Searching of Large Scale Information Stores Embracing all Fields of Knowledge: Classification and Concept Matching / E.J. Coates // 6th Int. Study Conf. Classif. Res. “Knowledge Organ. Inf. Retrieval”, London, 16–18 June, 1997. – 1997. – No. 716. – P. 17–22.

8. Fox, R. *Cataloging our Information Architecture* / R. Fox // *OCLC Syst. and Serv.* – 2005. – Vol. 21, no. 1. – P. 23–29.
9. *Using Classification Schemes and Thesauri to Build an Organizational Taxonomy for Organizing Content and Aiding Navigation* / Z. Wang, A.S. Chaudhry, S. Christopher, G. Khoo // *J. Doc.* – 2008. – Vol. 64, no. 6. – P. 842–876.
10. Покровский, М.П. *Научные аспекты проблемы классификации* / М.П. Покровский // *Ежегодник-2007*. – Екатеринбург, 2008. – С. 395–401.
11. Mai, J.E. *The Modernity of Classification* / J.E. Mai // *J. Doc.* – 2011. – Vol. 67, no. 4. – P. 710–730.
12. Ryan, L.P. *Industry Classification Schemes* / L.P. Ryan, R. Ormsby // *J. Bus. and Finan. Librarianship*. – 2016. – Vol. 21, no. 1. – P. 1–25.
13. Pando, D.A. *Knowledge Organization in the Context of Postmodern from the Theory of Classification Perspective* / D.A. Pando, C.C. de Almeida // *Knowl. Organ.* – 2016. – Vol. 43, no. 2. – P. 113–117.
14. *Новейший философский словарь, 2009*. – [http://dic.academic.ru/dic.nfs/dic\\_new\\_philosophy/](http://dic.academic.ru/dic.nfs/dic_new_philosophy/) (дата обращения: 02.09.2020).
15. Еремин, Л.Н. *Классификация и кодирование как средства повышения эффективности информационных технологий* / Л.Н. Еремин. – [http://www.fakit.ru/main\\_dsp.php?top\\_id=6196](http://www.fakit.ru/main_dsp.php?top_id=6196) (дата обращения: 02.09.2020).
16. Malina, O. *Problems of Developing the Model of Class of Objects in Intelligent CAD of Gear-box Systems* / O. Malina // *Advanced Gear Engineering Mechanisms and Machine Science*. – Springer, 2018. – Vol. 51. – P. 393–418. DOI: 10.1007/978-3-319-60399-5\_19
17. Малина, О.В. *Обзор методов синтеза модели класса спироидных редукторов для интеллектуальных САПР. Часть 1. Графовый метод* / О.В. Малина // *Интеллектуальные системы в производстве*. – 2017. – № 2. – С. 43–52.
18. Малина, О.В. *Обзор методов синтеза модели класса спироидных редукторов для интеллектуальных САПР. Часть 2. Развитие методологии синтеза обобщенной модели* / О.В. Малина // *Интеллектуальные системы в производстве*. – 2017. – № 3. – С. 22–33.
19. Малина, О.В. *Подход к построению классификатора объектов машиностроения как основы информационного обеспечения САПР* / О.В. Малина, Э.Г. Зарифуллина, О.Ф. Валеев // *Научная дискуссия: вопросы технических наук: сб. ст. по материалам XVI междунар. заоч. науч.-практ. конф.* – М.: Изд-во «Международный центр науки и образования», 2013. – № 11 (13). – С. 111–120.

**Малина Ольга Васильевна**, д-р техн. наук, профессор кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск; malina\_0705@mail.ru.

**Моисеев Артем Сергеевич**, аспирант кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск; moiseyx86@yandex.ru.

**Малина Елизавета Александровна**, магистрант кафедры автоматизированных систем обработки информации и управления, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск; liza.06041234@mail.ru.

*Поступила в редакцию 14 сентября 2020 г.*

## CLASSIFIER OF THE KNOWLEDGE AREA AS AN INFORMATION MODEL OF STRUCTURAL SYNTHESIS SYSTEM. PROBLEMS OF ITS CREATION AND DEVELOPMENT

O.V. Malina, malina\_0705@mail.ru,  
A.S. Moiseev, moiseyx86@yandex.ru,  
E.A. Malina, liza.06041234@mail.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russian Federation

**Goal.** Application of fundamentally new approaches to solving the problem of structural synthesis of ill-defined objects is, on the one hand, a challenge of time that requires reducing the time for development and obtaining high-quality technical solutions, and, on the other hand, the result of research that allows the use of invariant trial and error algorithms for structural synthesis. Solving this problem by the proposed method requires the creation of the set of data and knowledge, the search of which will give the desired result. Formation of this set and control of its correct and actual state is a serious task requiring the development of new approaches, formalization of processes and development of algorithms imposed by these approaches. **Methods.** The stages of formation of the pointed set are: collection of data on existing technical solutions, their formal description, generalization of these descriptions with the formation of a certain structure, which allows for identifying each existing object unambiguously and creating a new one either by a combination of existing knowledge or by upgrading the known technical solutions. It is proposed to use a classifier as a structure that summarizes the data of a specific area of knowledge. The peculiarity of this classifier is that two methods of development are implemented here: hierarchical and faceted. Creation of such a classifier and its correct state is a problem that allows to solve the problem of formation of information support for structural synthesis systems of ill-defined objects of medium and high complexity. **Results.** The process of creating such a classifier deals with a number of problems, the identification of which is the first step towards the development of high-quality information support. These problems arise at each stage of the domain analysis (analysis of existing versions of objects; generalization of knowledge about the considered objects; addition (extension) of the classifier). The reasons for their occurrence may be violation of the principle of sufficiency in analysis and decomposition, violation of the hierarchy of the structure when generalizing in the process of building a domain model, violation of the signs of mandatory and optional when synthesizing and expanding the model, which is based on the classifier. **Conclusion.** Identifying these problems and studying the process of avoiding and overcoming them is an important task, the solution of which will allow you to formalize the process of creating a classifier as an information model of a structural synthesis system.

*Keywords:* classification, classifier, generalized model, sufficiency principle, emergence principle, “obligation” property.

### References

1. Malina O.V. Classification Factors of the Process of Structural Synthesis of Discrete Objects. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2019, vol. 19, no. 4, pp. 132–138. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr190413
2. Malina, O.V. New Approach to Computer-Aided Design of Gearbox Systems: Models and Algorithms. *New Approaches to Gear Design and Production*, 2020, vol. 81, pp. 427–438.
3. Mikoni S.V. [About Class, Classification and Systematization]. *Design Ontology*, 2016, vol. 6, no. 1, pp. 67–80. (in Russ.)
4. Mikoni S.V. [The Role and Place of the Classifications in the System Analysis]. *Proceedings of the 4th International conference “System analysis and information technologies” (Chelyabinsk)*, 2011, vol. 2, pp. 39–42. (in Russ.)
5. Gilchrist A. Research in information science. *Brit. Librarianship and Inf. Sci.*, 1966–1970, 1972, pp. 320–341.
6. Arntz H. Universality of classification? *Univers. Cl. 2. Subject Anal. and Ordering Syst. Proc.*



4 *Int. Study Conf. Cl. Res., 6 Annu. Conf. Ges. Kl., Augsburg, 28 June – 2 July, 1982*, vol. 2., 1983, pp. 31–40.

7. Coates E.J. Subject Searching of Large Scale Information Stores Embracing all Fields of Knowledge: Classification and Concept Matching. *6th Int. Study Conf. Classif. Res. "Knowledge Organ. Inf. Retrieval", London, 16–18 June, 1997*, 1997, no. 716, pp. 17–22.

8. Fox R. Cataloging our Information Architecture. *OCLC Syst. and Serv.*, 2005, vol. 21, no. 1, pp. 23–29.

9. Wang Z., Chaudhry A.S., Christopher S., Khoo G. Using Classification Schemes and Thesauri to Build an Organizational Taxonomy for Organizing Content and Aiding Navigation. *J. Doc.*, 2008, vol. 64, no. 6, pp. 842–876.

10. Pokrovsky M.P. [Scientific Aspects of the Classification Problem]. *Yearbook*, 2007, 2008, pp. 395–401. (in Russ.)

11. Mai J.E. The Modernity of Classification. *J. Doc.*, 2011, vol. 67, no. 4, pp. 710–730.

12. Ryan L.P., Ormsby R. Industry Classification Schemes. *J. Bus. and Finan. Librarianship*, 2016, vol. 21, no. 1, pp. 1–25.

13. Pando D.A., De Almeida C.C. Knowledge Organization in the Context of Postmodern from the Theory of Classification Perspective. *Knowl. Organ.*, 2016, vol. 43, no. 2, pp. 113–117. DOI: 10.5771/0943-7444-2016-2-113

14. *Noveyshiyy filosofskiy slovar', 2009* [The Newest Philosophical Dictionary, 2009]. Available at: [http://dic.academic.ru/dic.nfs/dic\\_new\\_philosophy/](http://dic.academic.ru/dic.nfs/dic_new_philosophy/) (accessed 02.09.2020).

15. Eremin L.N. *Klassifikatsiya i kodirovaniye kak sredstva povysheniya effektivnosti informatsionnykh tekhnologiy* [Classification and Coding as a Means of Improving the Efficiency of Information Technologies]. Available at: [http://www.fakit.ru/main\\_dsp.php?top\\_id=6196](http://www.fakit.ru/main_dsp.php?top_id=6196) (accessed 02.09.2020).

16. Malina O.V. Problems of Developing the Model of Class of Objects in Intelligent CAD of Gearbox Systems. *Advanced Gear Engineering. Mechanisms and Machine Science*, 2018, vol. 51, pp. 393–418. DOI: 10.1007/978-3-319-60399-5\_19

17. Malina O.V. [Review of Methods for Synthesis of the Model of a Class of Spiroid Gearboxes for Intelligent CAD Systems. Part 1. Graph Method]. *Intelligent Systems in Production*, 2017, no. 2, pp. 43–52. (in Russ.)

18. Malina O.V. [Review of Methods for Synthesis of the Model of a Class of Spiroid Gearboxes for Intelligent CAD Systems. Part 2. Development of Methodology for Synthesis of the Generalized Model]. *Intelligent Systems in Production*, 2017, no. 3, pp. 22–33. (in Russ.)

19. Malina O.V., Zarifullina Je.G., Valeev O.F. [Approach to Development of the Classifier of Mechanical Engineering Objects as the Basis of Informational Support of CAD Systems]. *Nauchnaya diskussiya: voprosy tekhnicheskikh nauk: sb. st. po materialam XVI mezhdunar. zaoch. nauch.-prakt. konf.* [Scientific Discussion: Issues of Technical Sciences. Proceedings of the XVIth International Distance Scientific Practical Conference]. Moscow, "International Centre for Science and Education" Publ., 2013, no. 11 (13), pp. 111–120. (in Russ.)

*Received 14 September 2020*

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Малина, О.В. Классификатор области знаний как информационная модель системы структурного синтеза. Проблемы его создания и расширения / О.В. Малина, А.С. Моисеев, Е.А. Малина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 5–13. DOI: 10.14529/ctcr200401

#### FOR CITATION

Malina O.V., Moiseev A.S., Malina E.A. Classifier of the Knowledge Area as an Information Model of Structural Synthesis System. Problems of Its Creation and Development. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Computer Technologies, Automatic Control, Radio Electronics*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 5–13. (in Russ.) DOI: 10.14529/ctcr200401