



УДК 004.932

**Г.А. Кравцов**, кан.техн.наук, **В.И. Кошель**, аспирант  
Ин-т проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины  
(Украина, 03164, Киев-164, ул. Генерала Наумова, 15,  
e-mail: hryhoriy.kravtsov@gmail.com, vlad.koshell@gmail.com)

### **Вычисления на классификациях. Корректность классификации**

При использовании методов искусственного интеллекта для каталогизирования информации необходимо наличие классификаций, в соответствии с которыми определяется классовая принадлежность объектов, явлений, действий и др. Однако для корректного решения задачи классовой принадлежности необходимо, чтобы используемые классификации были корректными. Рассмотрено понятие «корректность классификации» и возможность выявления ошибок деления с использованием теории вычислений на классификациях. Предложены визуальный и эвристический подходы к выявлению ошибок: деление с лишними членами, сбивчивое деление и скачок в делении.

*К л ю ч е в ы е с л о в а:* классификация, корректность, ошибки деления, мера отличия, неподвижный класс, нормированная мера.

При використанні методів штучного інтелекту для створення каталогів інформації необхідна наявність класифікацій, у відповідності до яких визначається класова належність об'єктів, явищ, дій та інш. Однак для коректного вирішення задачі класової належності необхідно, щоб класифікації, які використовуються, були коректними. Розглянуто поняття «коректність класифікації» та можливість виявлення помилок ділення з використанням теорії обчислень на класифікаціях. Запропоновано візуальний та евристичний підходи до виявлення помилок: ділення з зайвими членами, некоректне ділення та стрибок у діленні.

*К л ю ч о в і с л о в а:* класифікація, коректність, помилки ділення, міра відмінності, нерухомий клас, нормована міра.

Если по отношению к двум произвольным объектам выполнена задача определения классовой принадлежности [1] (т.е. для каждого объекта определен класс), то модель вычислений на классификациях [2] позволяет определить меру отличия этих объектов в одной пространственной классификации. Однако изложенные в указанных работах положения справедливы при условии корректности классификации. Напомним, что классификация — это ориентированное дерево [3], в узлах которого находятся математические классы, семантически определяющие систему мерологии.

© Г.А. Кравцов, В.И. Кошель, 2017

ческих или таксономических делений (МТД). Данное утверждение основано на описании математического класса и на понятии конгломерата классов [4].

В работе [2] выделены плоские и пространственные классификации. Следует заметить, что плоская классификация есть планарное ориентированное дерево с семантикой деления. Согласно [2]  $A_I^i$  означает некоторый класс в плоскости деления классификации  $i$ , имеющей путь уточнения  $I$ , который однозначно определяет путь в графе от самого общего класса классификации до некоторого уточнения  $A_I^i$ .

Под корректно построенной плоской классификацией в [1] предложено понимать такую систему МТД, при которой для двух классов классификации,  $A_I^i$  и  $A_Y^i$ , таких, что для относительных расстояний  $R(A_I^i, A_I^i \cdot A_Y^i)$  и  $R(A_Y^i, A_I^i \cdot A_Y^i)$ , означающих число переходов между классами классификации [2], таких, что

$$R(A_I^i, A_I^i \cdot A_Y^i) = R(A_Y^i, A_I^i \cdot A_Y^i) = 1, \quad (1)$$

где  $A_I^i \cdot A_Y^i$  — ассоциативная бинарная операция обобщения классов классификации [2], а  $\bar{Q}(A_I^i, A_Y^i) = 2/3$  — теоретическое значение меры отличия двух классов, уточняющих один и тот же класс,

$$\bar{Q}(A_I^i, A_Y^i) = 1 - \frac{R(A, A_I^i \cdot A_Y^i) + 1}{R(A, A_I^i \cdot A_Y^i) + R(A_I^i, A_I^i \cdot A_Y^i) + R(A_Y^i, A_I^i \cdot A_Y^i) + 1}, \quad (2)$$

выполняется следующая система равенств:

$$\bar{Q}(A_I^i, A_I^i \cdot A_Y^i) = \bar{Q}(A_Y^i, A_I^i \cdot A_Y^i), \quad (3)$$

$$\bar{Q}(A_I^i, A_Y^i) = 2/3. \quad (4)$$

Система уравнений (3) и требование (1), где классы  $A_I^i$  и  $A_Y^i$  одного и того же ранга  $K+1$ , следует понимать так: если у произвольного класса  $A_I^i \cdot A_Y^i$  ранга  $K$  существует не менее двух уточняющих классов,  $A_I^i$  и  $A_Y^i$ , ранга  $K+1$ , то мера отличия между классами одной классификации [2] на плоскости деления (измерении)  $\bar{Q}(A_I^i, A_Y^i)$  есть величина постоянная, равная  $2/3$ , независимо от выбора  $A_I^i$  и  $A_Y^i$ , если  $I \neq Y$ . Отсюда вытекает следующее требование: у любого класса, являющегося вершиной ориентированного дерева, т.е. классификации, должно быть не менее двух уточняющих классов, ранг которых на единицу больше ранга произвольно выбранного класса, или не должно быть ни одного. Именно поэтому не каждое произвольное ориентированное дерево является классификацией.

Интуитивно понятно, что при делении класса на уточняющие классы можно допустить ошибку:

$$E(A_I^i, A_Y^i) = 2/3 - \bar{Q}_o(A_Y^i, A_I^i), \quad (5)$$

где  $\bar{Q}_o(A_Y^i, A_I^i)$  — наблюдаемая мера отличия между классами одной классификации на плоскости деления (измерении), а  $I \neq Y$ . Случай, когда  $I = Y$ , является исключением, так как ошибка (5) есть линейная функция от относительного расстояния  $R(A_Y^i, A_I^i)$ , которое при  $I = Y$  равно нулю [2]. Поэтому можно рассматривать только ошибку при наблюдении меры между двумя разными классами.

В этом случае определим ошибку при наблюдении меры отличия между двумя разными классами как разность между теоретической мерой отличия, равной  $2/3$ , и наблюдаемой мерой, в виде

$$\bar{Q}(A_I^i, A_I^i \cdot A_Y^i) = \bar{Q}(A_Y^i, A_I^i \cdot A_Y^i) = 1,$$

$$E(A_I^i, A_Y^i) = 2/3 - \bar{Q}_o(A_Y^i, A_I^i),$$

где  $\bar{Q}_o(A_Y^i, A_I^i)$  — наблюдаемое значение меры отличия между двумя классами,  $A_I^i$  и  $A_Y^i$ ;  $E(A_Y^i, A_I^i)$  — ошибка наблюдения меры отличия, такая что  $-2/3 \leq E(A_Y^i, A_I^i) \leq 2/3$ , если  $I \neq Y$ , и  $E(A_Y^i, A_I^i) = 0$ , если  $I = Y$ .

Рассмотрим, почему выражение (4) является теоретическим значением меры отличия двух классов, являющихся подклассами одного класса (рис. 1). Воспользуемся формулой вычисления меры отличия (2) для классов  $A_{[1]}^i$  и  $A_{[2]}^i$  классификации, представленной на рис.1. Согласно [2] вычислим  $A_{[1]}^i \cdot A_{[2]}^i = A^i$ ,  $R(A^i, A^i) = 0$ ,  $R(A_{[1]}^i, A^i) = 1$  и  $R(A_{[2]}^i, A^i) = 1$ . Заменяя  $A$  на  $A^i$ ,  $A_Y^i$  на  $A_{[1]}^i$  и  $A_I^i$  на  $A_{[2]}^i$ , получим

$$\bar{Q}(A_{[1]}^i, A_{[2]}^i) = 1 - \frac{R(A^i, A_{[1]}^i \cdot A_{[2]}^i) + 1}{R(A^i, A_{[1]}^i \cdot A_{[2]}^i) + R(A_{[1]}^i, A_{[1]}^i \cdot A_{[2]}^i) + R(A_{[2]}^i, A_{[1]}^i \cdot A_{[2]}^i) + 1}$$

или

$$\bar{Q}(A_{[1]}^i, A_{[2]}^i) = 1 - \frac{R(A^i, A^i) + 1}{R(A^i, A^i) + R(A_{[1]}^i, A^i) + R(A_{[2]}^i, A^i) + 1} = 1 - \frac{0 + 1}{0 + 1 + 1 + 1} = 2/3.$$

Аналогично можно показать, что

$$\bar{Q}(A_{[1]}^i, A_{[2]}^i) = \bar{Q}(A_{[2]}^i, A_{[1]}^i) = 2/3,$$

$$\bar{Q}(A_{[1]}^i, A^i) = \bar{Q}(A^i, A_{[1]}^i) = \bar{Q}(A_{[2]}^i, A^i) = \bar{Q}(A^i, A_{[2]}^i) = 1/2, \quad (6)$$

$$\bar{Q}(A^i, A^i) = \bar{Q}(A_{[1]}^i, A_{[1]}^i) = \bar{Q}(A_{[2]}^i, A_{[2]}^i) = 0.$$

Совокупность равенств (6) позволяет сформулировать следующую теорему.

**Теорема о мерах отличия.** Теоретическая мера отличия  $\bar{Q}_t(A_I^i, A_Y^i)$  между двумя отличными подклассами (уточняющими классами) произвольного класса в классификации равна  $2/3$ , а теоретическая мера отличия между произвольным классом классификации и его подклассом (уточняющим классом) равна  $1/2$ .

**Доказательство** теоремы вытекает из изложенных выше рассуждений.

**Следствие.** Если у произвольного класса классификации более двух уточняющих классов, то отношение теоретических мер отличия двух произвольно выбранных пар отличных уточняющих классов (подклассов) равно единице.

**Доказательство.** Согласно теореме о мерах отличия между двумя уточняющими классами произвольного класса теоретическая мера отличия равна  $2/3$ . Если у произвольно выбранного класса  $N$  уточняющих классов (подклассов), то число уникальных пар отличных подклассов из  $N$  будет равно  $\frac{N(N-1)}{2}$  и теоретическая мера отличия для каждой пары будет равна  $2/3$ :

$$\bar{Q}_t(A_I^i, A_Y^i) = \bar{Q}_t(A_K^i, A_M^i) = 2/3, \quad (7)$$

где  $I = \overline{1, N}$ ,  $Y = \overline{1, N}$ ,  $K = \overline{1, N}$ ,  $M = \overline{1, N}$  и совокупность индексов  $I, Y, K, M$  такова, что как минимум три из четырех индексов отличны. Тогда

$$\frac{\bar{Q}_t(A_I^i, A_Y^i)}{\bar{Q}_t(A_K^i, A_M^i)} = 1, \quad (8)$$

что и требовалось доказать.

На рис. 2 представлена абстрактная классификация, в которой согласно гипотезе о корректности классификации любые соотношения мер отличия равны единице (8), так как теоретическая мера отличия составляет

$$\bar{Q}_t(A_I^i, A_Y^i) = 2/3. \quad (9)$$

Введем понятие нормированной теоретической меры отличия

$$\bar{Q}_n(A_I^i, A_Y^i) = \frac{3\bar{Q}_t(A_I^i, A_Y^i)}{2},$$

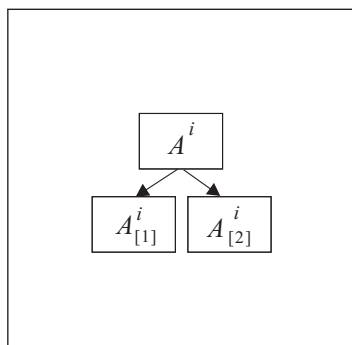


Рис. 1. Класс с двумя уточняющими подклассами

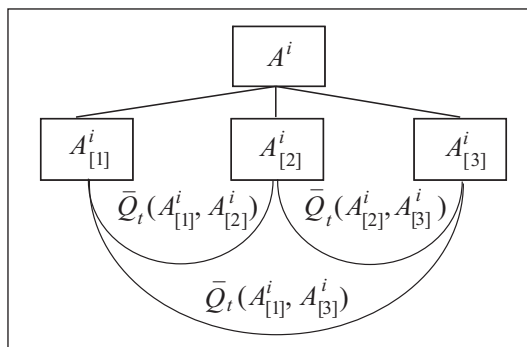


Рис. 2. Соотношение мер отличия на примере классификации с тремя уточняющими классами

которое равно единице согласно (9). Получаем

$$\frac{\bar{Q}_t(A_I^i, A_Y^i)}{\bar{Q}_t(A_K^i, A_M^i)} = \frac{\bar{Q}_n(A_I^i, A_Y^i)}{\bar{Q}_n(A_K^i, A_M^i)} = 1.$$

Введение нормированной теоретической меры отличия на классификации  $\bar{Q}_n(A_I^i, A_Y^i)$  позволяет построить корректную классификацию на примере трех уточняющих классов. На рис. 3, а, представлен равносторонний единичный треугольник нормированных теоретических мер отличия в корректной классификации, или треугольник взаимоудаленности.

**Теорема о неподвижном классе.** Любой уточняющий подкласс  $A_Y^i$  ранга  $K+1$  класса ранга  $K$  в классификации  $A^i$  может быть выбран в качестве неподвижного для последующего изучения корректности классификации.

**Д о к а з а т е л ь с т в о** теоремы вытекает из рис. 3, в котором нормированные теоретические меры отличия между любыми двумя из трех произвольно выбранных подклассов одного класса равны единице, а следовательно, не зависят от выбора подкласса, по отношению к которому будут вычисляться нормированные меры отличия. Таким образом, если существуют три уточняющих класса, то при оценке корректности построения классификации у эксперта обоснованно возникает вопрос о равноудаленности двух подклассов от третьего, выбранного согласно теореме в качестве неподвижного. Если уточняющие классы не равноудалены один от другого, то треугольник взаимоудаленности имеет вид, представленный на рис. 3, б, из которого следует, что между любыми двумя классами не существует одинаковой меры отличия.

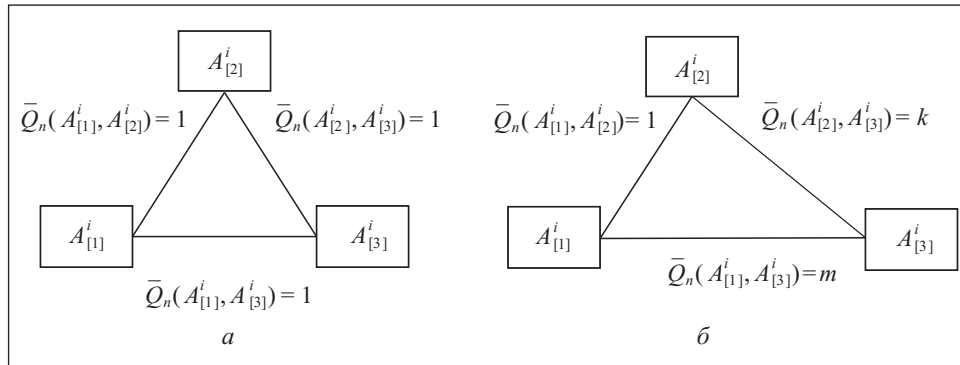


Рис. 3. Треугольник взаимоудаленности:  $\bar{Q}_n(A_{[1]}^i, A_{[2]}^i) = 1$  и  $\bar{Q}_n(A_{[2]}^i, A_{[3]}^i) = 1$  — наименьшая нормированная мера отличия между классами  $A_{[1]}^i$  и  $A_{[2]}^i$ ,  $A_{[2]}^i$  и  $A_{[3]}^i$ ;  $\bar{Q}_n(A_{[2]}^i, A_{[3]}^i) = k$  — нормированная мера, свидетельствующая о том, что класс  $A_{[3]}^i$  в  $k$  раз удаленнее (в понимании эксперта) от класса  $A_{[2]}^i$ , чем класс  $A_{[1]}^i$  от класса  $A_{[2]}^i$ ;  $\bar{Q}_n(A_{[1]}^i, A_{[3]}^i) = m$  — нормированная мера, свидетельствующая о том, что класс  $A_{[3]}^i$  в  $m$  раз удаленнее (в понимании эксперта) от класса  $A_{[1]}^i$ , чем класс  $A_{[1]}^i$  от класса  $A_{[2]}^i$

Если у произвольно выбранного класса  $A_{[j]}^i$  классификации  $A^i$  определены  $I$  уточняющих классов, то число проверок, которые должен выполнить эксперт, определяется как комбинаторное сочетание из  $I$  по 3:  $C_I^3 = \frac{I!}{3!(I-3)!}$ . Очевидно, что при  $I < 3$  нет необходимости для проверки

корректности.

Для того чтобы понять, как соотносятся  $k$  и  $m$ , необходимо обратиться к принципам корректного и эффективного классифицирования [5], несоблюдение которых приводит к ряду ошибок при построении классификаций, а именно: неполное деление, деление с излишними членами, сбивчивое деление, скачок в делении. Напомним, что принципами корректного и эффективного классифицирования являются [5]:

- 1) единство критерия для выделения групп одного порядка;
- 2) соразмерность деления явлений и понятий;
- 3) альтернативность или взаимоисключение выделяемых групп;
- 4) многоступенчатость классификации.

Согласно принципу 1 нельзя проводить классификацию, меняя критерий в рамках одной классификационной процедуры. Например, нельзя утверждать, что существуют математические и экономические методы управления, так как первые определяются по способу моделирования, а вторые — по объективным интересам человека. Экономические интересы имеет каждый

Таблица 1

Правило деления	Ошибка деления
<p><i>Соразмерность</i> Объем делимого понятия равен сумме объемов членов деления, т.е. среди членов деления не должно быть предметов, которые не входят в объем делимого понятия, однако все элементы объема делимого понятия должны быть распределены</p> <p><i>Единое основание</i> Деление выполняется по одному основанию. Для классификации не может быть использовано несколько основных признаков. Классификация в таком случае становится запутанной. Способ правильного представления классификации с несколькими плоскостями деления (основными признаками) приведен в [2]</p> <p><i>Запрет пересечения членов деления</i> Пересечение членов деления означает, что один и тот же предмет является элементом нескольких членов деления. Классификация получается запутанной</p> <p><i>Непрерывность</i> Деление должно быть непрерывным, т.е. в процессе деления должен происходить постепенный переход от родовых понятий к ближайшим видовым понятиям</p>	<p><i>Неполное деление</i> Не все члены деления названы. Из объема делимого понятия остаются не распределенные предметы Пример: науки бывают гуманитарные и естественные Названы не все виды наук: технические, математические, социальные</p> <p><i>Деление с лишними членами</i> Названы члены деления, не входящие в родовое понятие Пример: книги бывают художественные, учебные, научные и рукописные свитки Рукописные свитки книгами не являются</p> <p><i>Сбивчивое деление</i> В основу положено несколько основных признаков: часть членов деления образуется по одному признаку, а другая часть — по другому Пример: преступления бывают умышленные, неумышленные и заказные Первые два преступления выделены по признаку мотивации, а заказные — по принципу организации Пример: науки бывают гуманитарные, естественные, технические, социальные, математические, прикладные и фундаментальные Фундаментальные и прикладные науки определены по одному признаку — отношению к практике, а остальные виды наук — по другому, а именно, по предмету</p> <p><i>Пересечение членов деления</i> Один и тот же элемент входит в объем двух или нескольких членов деления Пример: преступления бывают умышленные, неумышленные и неосторожные Объем понятий «неосторожные» и «неумышленные» преступления совпадают Пример: науки бывают гуманитарные, естественные, общественные, социальные, технические, математические Общественные и социальные науки — это одно и то же</p> <p><i>Скачок в делении</i> Возникает в процессе деления при смешении родов и видов Пример: науки бывают естественными, физическими, химическими, биологическими, гуманитарными, философскими, математическими, техническими, медицинскими Физические, химические, биологические науки являются видами естественных наук и выделены преждевременно. Они должны быть выделены при следующем шаге классификации. Произошло смешение на одной ступени деления родов и видов</p>

Таблица 2

Ошибка деления	Возможность выявления ошибки составителем классификации
Неполное деление	Если эксперт не знает о существовании других уточняющих классов некоторого произвольно выбранного класса, для которого уже определены некоторые уточняющие классы, то данная ошибка не выявляема
Деление с лишними членами	Лишние члены не входят в родовое понятие, т.е. не являются уточняющими класса-родителя. Следовательно, среди комбинаторных сочетаний по три встретится комбинация, для которой треугольник взаимодальности не будет равносторонним (см. рис. 3, б). Следовательно, данная ошибка выявляема
Сбивчивое деление	Поскольку часть членов деления образуется по одному признаку, а другая часть — по другому, среди комбинаторных сочетаний по три встретится комбинация, для которой треугольник взаимодальности не будет равносторонним (см. рис. 3, б). Данная ошибка выявляема. Выявление сбивчивого деления требует обязательной проверки всех возможных комбинаторных сочетаний по три среди уточняющих классов одного класса-родителя
Пересечение членов деления	Поскольку один и тот же элемент входит в объем двух или нескольких членов деления, проверкой всех комбинаторных сочетаний из трех среди уточняющих классов одного и того же родительского класса выявить данную ошибку не представляется возможным. Ошибка на текущий момент не выявляема. Однако она может быть выявляема, если рассмотреть гипотезу о том, что возможно построение треугольника, в котором неподвижным классом является родительский класс
Скачок в делении	Поскольку ошибка возникает в процессе деления, когда смешивают роды и виды, среди всех комбинаторных сочетаний по три встретится комбинация, для которой треугольник взаимодальности не будет равносторонним (см. рис. 3, б). Данная ошибка выявляема

человек, но вряд ли можно утверждать, что каждый человек имеет математические интересы, определяющие его трудовую активность.

Принцип 2 определяет сумму объемов понятий или количества явлений, равную объему делимого понятия или содержанию исследуемого явления. Например, нарушение этого принципа наблюдается в утверждении о том, что менеджеры по образованию делятся на две группы: имеющие техническое образование и экономическое. Это — неисчерпывающее деление. Есть менеджеры, имеющие и другие виды образования — гуманитарное, естественно-научное. Анализ образованности менеджера не может быть успешным, если он построен на неисчерпывающей классификации.

Согласно принципу 3 каждая группа понятий или явлений должна находиться в объеме одного видового понятия. Выделенные явления или



понятия не должны относиться одновременно и к одной, и к другой классификационной группе. Если выделяются группы социально-психологических и экономических методов управления, то в последующем их делении не может быть одновременно и социально-психологических, и экономических методов. При этом не исключается их взаимозависимость и совместное использование в практике управления.

Принцип 4 определяет возможность делать последовательно ступенчатую классификацию. Она помогает конкретизировать свойства явлений, детализировать их основные черты и особенности. В этом случае возникает разветвленная классификационная схема, дерево целей, проблем, ситуаций, свойств и др.

Следует заметить, что при этом всегда существует предел классификационного деления. Оно может осуществляться только в рамках единого явления. Дальнейшее деление может привести к изменению сути явления. Таким пределом в исследовании социально-экономических систем является человек как социальный объект, в области биологии — клетка, в области физиологии — орган, в области техники — деталь, в области классической физики — тело и так далее.

Принцип полноты классификации для каждой ее ступени состоит в том, что нельзя делить только часть объекта на виды, а другую часть — на подвиды или группы следующей ступени классификации. Например, было бы ошибкой разделить персонал управления на женщин, мужчин среднего и мужчин пожилого возраста. Несоблюдение описанных принципов, называемых правилами деления [6], приводит к ошибкам, которые могут быть систематизированы как показано в табл. 1 [7]. Ошибки деления и возможность их самостоятельного выявления составителем классификации показаны в табл. 2.

## **Выводы**

Предложенное развитие теории вычислений на классификациях и валидация корректности классификаций позволяет выявить три из пяти ошибок деления, а именно: деление с лишними членами, сбивчивое деление и скачек в делении. Выдвинута гипотеза о том, что ошибка деления, состоящая в пересечении членов деления, может быть выявлена, если в качестве неподвижного класса использовать родительский класс. Предложенный подход к визуализации корректности построения классификации на основании комбинаторных сочетаний по три открывает возможности для групповой работы экспертов над валидацией корректности классификаций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кравцов Г.А. Мера отличия классификаций // Электрон. моделирование, 2016, **38**, № 4, с. 81—97.
2. Кравцов Г.А. Модель вычислений на классификациях // Там же, 2016, **38**, № 1, с. 73—87.
3. Берзтисс А.Т. Структуры данных. М.: Статистика, 1974, 408 с.
4. Adamek J., Herrlich H., Strecker G.E. Abstract and Concrete Categories. The Joy of Cats. / Available: <http://katmat.math.uni-bremen.de/acc/acc.pdf>. [Access: June of 2017].
5. Коротков Э.М. Исследование систем управления. М.: ДеКА, 2004, 336 с.
6. Ивлев Ю.В. Логика. М. : Изд-во «Проспект», 2008, 304 с.
7. Буквы!: Правила деления в логике и ошибки в делении. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://bukvi.ru/pravo/logika/pravila-deleniya-v-logike-i-oshibki-v-delenii.html>

Поступила 03.07.17

#### REFERENCES

1. Kravtsov, H.A. (2016), “Measure of difference between classifications”, *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 38, no. 4, pp. 81-97.
2. Kravtsov, H.A. (2016), “Model of computations over classifications”, *Elektronnoe modelirovanie*, Vol. 38, no. 1, pp. 73-87.
3. Berztiss, A.T. (1974), *Struktura dannykh* [Data structure], Statistika, Moscow, USSR.
4. Adamek, J., Herrlich, H. and Strecker, G.E. “Abstract and concrete categories. The joy of cats”, available at: <http://katmat.math.uni-bremen.de/acc/acc.pdf>. (accessed June, 2017).
5. Korotkov, E.M. (2004), *Issledovanie sistem upravleniya* [Study of control systems], DeKA, Moscow, Russia.
6. Ivlev, Yu.V. (2008), *Logika* [Logic], TK Velbi, Prospekt, Moscow, Russia.
7. Bukvy!: *Pravila deleniya v logike i oshibki deleniya* [Letters! Dividing rules in the logic and dividing errors], available at: <http://bukvi.ru/pravo/logika/pravila-deleniya-v-logike-i-oshibki-v-delenii.html>. (accessed June, 2017).

Received 03.07.17

*H.A. Kravtsov, V.I. Koshel*

#### CLASSIFICATION CALCULUS. THE CLASSIFICATION CORRECTNESS

The methods of artificial intelligence used to catalogize information require the existence of classifications or taxonomies for determining class affiliation of subjects, phenomena, actions etc. However, for correct solving of classification problems it is necessary that all the used classifications/taxonomies were correct. The authors consider the notion «classification correctness» and investigate the possibility to identify some errors of dividing by using the theory of classifications calculus. The authors also propose visual and heuristic approaches for detecting the following errors: dividing with remainder terms, controversial dividing and dividing jump.

*Keywords: classification, correctness, division errors, measure of difference, fixed class, normalized measure.*

*КРАВЦОВ Григорий Алексеевич, канд. техн. наук, докторант Ин-та проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины. В 2000 г. окончил Севастопольский военно-морской ин-т им. П.С. Нахимова. Область научных исследований — кибербезопасность смарт-грид, криптография, программирование, разработка распределенных гетерогенных вычислительных систем.*

*КОШЕЛЬ Владимир Иванович, аспирант Ин-та проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины. В 2002 г. окончил Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина. Область научных исследований — искусственный интеллект, интеллектуальный анализ данных, искусственные нейронные сети, обработка естественного языка.*

