УДК 006.83:67.05

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ В КЛАССИФИКАЦИИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

ANALYSIS OF APPROACHES IN THE CLASSIFICATION OF METAL CUTTING MACHINES

Гололобов Денис Владимирович
старший преподаватель,
Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина

Демидова Екатерина Владимировна
главный специалист,
Российский институт стандартизации

Трофимова Юлия Андреевна
старший инженер,
Российский институт стандартизации

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы связанные с подходами классификации признаков технологического металлорежущего оборудования с целью выработки общих правил к маркировке оборудования в системе стандартизации оборудования. По результатам исследования вырабатывается общий набор признаков классифицирования с учетом последующего ранжирования по степени весомости значимости. Для этого предлагается выделить группы значимости признаков для их последующего размещения в группах.

Ключевые слова: станки, классификатор, классификация, стандартизация, степень универсальности, точности обработки, признаки классификации станков с ЧПУ.

Gololobov Dennis Vladimirovich
Senior Lecturer,
Russian State University of Oil and Gas named after I.M. Gubkin

Demidova Ekaterina Vladimirovna
Chief Specialist,
Russian Institute of Standardization

Trofimova Yulia Andreevna
Chief Engineer,
Russian Institute of Standardization

Annotation. The article addresses issues related to approaches for classifying features of technological metal-cutting equipment to develop common rules for equipment marking within the standardization system. Based on the research results, a general set of classification features is developed, taking into account subsequent ranking by the degree of significance. To achieve this, it is proposed to distinguish groups of feature significance for their subsequent placement in categories.

Keywords: machine tools, classifier, classification, standardization, degree of universality, processing accuracy, classification features of CNC machine tools.

В условиях современных тенденций развития стандартизации в области машиностроения одной из проблем в области учета металлорежущего оборудования стала единая система классификации. В данной области было два основных направления, которые сформулировали известные советские ученые Л.Н. Кошкин [4] и И.И. Артоболевский [3]

На текущий момент в Российской Федерации существуют различные классификации станкоинструментальной продукции, которые не в полной мере отражали бы технический уровень развития отрасли в Российской Федерации или в мире в целом.

Классификаторы носят рекомендательный характер и не входят в Перечень общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации и федеральных органов исполнительной власти, ответственных за их формирование, утвержденный приказом Минфина России от 12 июля 2021 г. № 98н [1].

Для возможности актуализации и внесения изменений в структуру классификаторов необходимо рассмотреть вопрос о разработке документа национальной системы стандартизации [2]. Это, в первую очередь, позволит усовершенствовать работу с документами в анализе, разработке новых стандартов и их использовании в научно-исследовательской или опытно-конструкторской деятельности, а также в период жизненного цикла станкоинструментальной продукции. Данную задачу следует рассматривать в рамках комплексного подхода в сфере стандартизации машиностроительной отрасли в целом[5].

Более ранний подход в классификации металлорежущих станков относят к классификации, составленной Л.Н. Кошкиным. Основные признаки классификации он определил следующие:

1. По виду обработки – f^K_2.
2. По степени универсальности – f^K_2.
3. По точности обработки – f^K_3.
4. По степени автоматизации – f^K_4.
5. По компоновке и конструкции – f^K_5.
6. По типу управления – f^K_6.
7. По габаритам и массе – f^K_7.
8. По производительности – f^K_8.

Тогда классификацию, приводимую Л.Н. Кошкиным можно представить в виде множества факторов (1):

$$F^K = \{f_1^K, f_2^K, f_3^K, f_4^K, f_5^K, f_6^K, f_7^K, f_8^K\}. \quad (1)$$

Более поздним классификатором, является классификатор разработанный И.И. Артоболевским, который включил в себя следующие признаки:

1. По технологическому назначению – f^A_1.
2. По степени универсальности – f^A_2.
3. По степени автоматизации – f^A_3.
4. По точности обработки – f^A_4.
5. По компоновки и конструкции – f^A_5.
6. По типу управления – f^A_6.
7. По производительности – f^A_7.
8. По габаритам и массе – f^A_8.
9. По типу обрабатываемых материалов – f^A_9.
10. ёПо уровню специализации производства – f^A_{10}.

Классификацию, представляемую И.И. Артоболевским, тогда можно представить в виде множества (2):

$$F^A = \{f_1^A, f_2^A, f_3^A, f_4^A, f_5^A, f_6^A, f_7^A, f_8^A, f_9^A, f_{10}^A\}. \quad (2)$$

Укрупненные признаки в двух случаях представляют собой два множества, условно обозначим их, как К и А (по фамилиям авторов). При этом множество К состоит из 8 элементов, а множество А-из 10 элементов. Тогда пересечение множеств определяется по формуле (3):

$$U = F^K \cap F^A. \quad (3)$$

Таким образом создаваемое множество общих признаков U будет содержать 7 элементов, схожих в содержании обеих классификаций. При анализе следует более детально рассмотреть содержательную часть полученного общего множества признаков U. Для этого следует определить, что понимал каждый из авторов под этими признаками (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение общих признаков классификации

№ п/п	Признаки множества U	Признак по Л.Н. Кошкину	Признак по И.И. Артоболевскому
1	По степени универсальности	– Универсальные; – Специализированные; – Специальные	– универсальные; – специализированные; – специальные
2	По степени автоматизации	– Ручные; – Полуавтоматические; – Автоматические	– Ручные; – Полуавтоматические; – Автоматические; – Станки с ЧПУ
3	По точности обработки	– Нормальной; – Повышенной; – Высокой; – Особо высокой	– Нормальной; – Повышенной; – Высокой; – Особо высокой
4	По компоновки и конструкции	– Горизонтальные; – Вертикальные; – Портальные; – С ЧПУ (числовым программным управлением) и т.д.	– Горизонтальные или вертикальные; – Портальные; – Станки с подвижным или неподвижным столом; – Станки с одной или несколькими шпиндельными головками
5	По типу управления	– Станки с ручным управлением; – Станки с ЧПУ; – Автоматические линии	– Ручное; – Механизированное; – Автоматическое; – ЧПУ
6	По производительности	Четкая классификация отсутствует	– Низкопроизводительные; – Средней производительности; – Высокопроизводительные
7	По габаритам и массе	– Легкие; – Средние; – Тяжелые	– Легкие; – Средние; – Тяжелые

Из приведенной сравнительной таблицы видно, что общее множество признаков двух видов классификаций, такие признаки как: по степени универсальности; по точности обработки; по габаритам и массе – совпадают в обеих классификациях, по этому дальше их можно не анализировать.

Остается другие 4 признака, которые в двух классификациях имеют разночтения, поэтому произведем их анализ более детально. По степени автоматизации (2 признак табл. 1) в втором случае различаются только добавлением в этот признак станков с ЧПУ, хотя признак 5 (по типу правления) будет схожим признаком, поэтому при более детальном анализе, данные признаки возможно в дальнейшем будет объединить. В 4 признаке идет указания на компоновки станка, а также идет отправка в классификаторе Л.Н. Кошкина к типу управления (видим в одном из пунктов «Станки с ЧПУ»). Следовательно, эти классификаторы следует пересмотреть в общем подходе и по результатам анализа предложить обобщенный классификационный признак. Понятие производительности (6 признак табл. 1) в одном классификаторе не дает четких понятий, а второй классификатор делит станки на 3 качественных вида, не приводя количественные показатели параметров, по которым станок может быть причислен к тому или иному подклассу внутри этого классификатора. При более детальном рассмотрении и анализе этих признаков их количественность можно будет сократить, а сами признаки укрупнить или конкретизировать в общей маркировке.

Первые признаки в общих перечнях классификации идут: «по виду обработки» (классификатор Л.Н. Кошкина) и «по технологическому назначению» (классификатор Артоболевского). Признаки по названиям разные, но имеют схожий смысл. Задачей определения общего состава классификационных признаков и как следствие определение состава кода классификатора является выявление и включение всех необходимых характеристик в состав классификации оборудования, а также необходимость провести ранжирование признаков по степени их значимости.

В пределах классификатора Л.Н. Кошкина по результату проведенного исследования получили следующую последовательность ранжирования (4), где все признаки располагаются по степени убывания значимости признака:

$$F_r^K = \{f_1^K > f_3^K > f_4^K > f_6^K > f_2^K > f_5^K > f_8^K > f_7^K\}. \quad (4)$$

В свою очередь ранжированная функция по классификатору Артоболевского И.И. будет выглядеть следующим образом (5), по убыванию значимости признака, аналогично предыдущему случаю:

$$F_r^A = \{f_1^{\mathrm{A}} > f_9^{\mathrm{A}} > f_4^{\mathrm{A}} > f_3^{\mathrm{A}} > f_6^{\mathrm{A}} > f_7^{\mathrm{A}} > f_2^{\mathrm{A}} > f_{10}^{\mathrm{A}} > f_5^{\mathrm{A}} > f_8^{\mathrm{A}}\}. \quad (5)$$

Для получения общего результата классификатора с учетом такого количественного набора классификационных признаков, можно ввести промежуточное суммарное деление признаков и для этого произвести группирование признаков, а затем провести ранжирование групп по степени значимости наборов признаков. Иерархическую структуру значимости можно представить следующим образом с учетом обобщённых признаков двух классификаторов:

1. Базовые (S_1):
– f_1 – (технологическое назначение) – ключевой признак;
– f_9 – (типы материалов) – определяет область применения;
– f_4 – (точность) – критичный признак для высокотехнологичных производств.
2. Эффективные (S_2):
– f_3 – (автоматизация) – влияет на себестоимость оборудования;
– f_6 – (тип управления) – признак обеспечивает реализацию автоматизации;
– f_7 – (производительность) – суммарно зависящий признак от f_3 и f_6.
3. Адаптивные (S_4):
– f_2 – (универсальность) – важный признак при многономенклатурном производстве;
– f_{10} – (уровень специализации) – противоположный признаку f_2.
4. Второстепенные (S_4):
– f_5 – (компоновка) – признак, влияет на интеграцию оборудования в цех;
– f_8 – (габариты) – признак ограничения по размещению и транспортированию.

Таким образом обоснование приведенного плана классификации можно свести к следующему виду (табл. 2).

Таблица 2 – Глан классификации

Свойство значимости признаков	Признаки классификации	Обоснование
S_1	f_1, f_9, f_4	Без определения назначения, материалов и точности оборудование не может быть использовано
S_2	f_3, f_6, f_7	Автоматизация и управление напрямую влияют на эффективность, а производительность — их следствие
S_3	f_2, f_{10}	Универсальность и специализация определяют сферу применения, но не базовую функциональность
S_4	f_5, f_8	Габариты и компоновка важны для размещения, но не для выполнения задач

Данный подход в проведении классификации упорядочивает первичные свойства металлообрабатывающего оборудования, на основании которого можно формировать свойства описания и признаки более низкого уровня.

Список литературы:

1. Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации» от 29.06.2015 № 162-ФЗ.
2. Распоряжением правительства Российской Федерации от 05 ноября 2020 г. № 2869-Р утверждена Стратегия развития станкоинструментальной промышленности на период до 2035 года.
3. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин : учебник для втузов. – 4-е издание, переработанное и дополненное. – М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1988. – 640 с.
4. Кошкина Л.Н. Автоматические роторные линии. – М. : Знание, 1960. – 47 с.
5. Ахунова Л.В. Подбор инструмента при работе в средах САПР с помощью программы моделирования Smath Studio / Л.В. Ахунова, Д.В. Гололобов, С.В. Прохожая // Техническое регулирование в едином экономическом пространстве. Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием, Екатеринбург, 17 мая 2024 года. – Екатеринбург : Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2024. – С. 6–13.

List of references:

1. Federal Law «On Standardization in the Russian Federation» dated June 29, 2015 № 162-FZ.
2. By the Order of the Government of the Russian Federation dated November 05, 2020 № 2869-R, the Strategy for the Development of the Machine Tool Industry for the Period up to 2035 was approved.
3. Artobolevsky I.I. Theory of Mechanisms and Machines: a textbook for higher technical schools. – 4th edition, revised and supplemented. – M. : Science. Main editorial office of physical and mathematical literature, 1988. – 640 p.
4. Koshkina L.N. Automatic rotor lines. – M. : Znanie, 1960. – 47 p.
5. Akhunova L.V. Tool selection when working in CAD environments using the Smath Studio modeling program / L.V. Akhunova, D.V. Gololobov, S.V. Prokhozhaya // Technical regulation in a single economic space. Collection of articles of the XI All-Russian scientific and practical conference with international participation, Yekaterinburg, May 17, 2024. – Yekaterinburg : Russian State Professional Pedagogical University, 2024. – P. 6–13.