

АРТЕМ ЮРЬЕВИЧ ШАШКОВ

ведущий эксперт Института статистических исследований
и экономики знаний НИУ «Высшая школа экономики»,
Москва, Россия;
e-mail: ashashkov@hse.ru



ДИНА КАМИЛЕВНА МАЛЕКОВА

стажер-исследователь
Института статистических исследований
и экономики знаний НИУ «Высшая школа экономики»,
Москва, Россия;
e-mail: dmalekova@hse.ru



НАТАЛИЯ НИКОЛАЕВНА ВЕСЕЛИТСКАЯ

кандидат экономических наук,
старший научный сотрудник
Института статистических исследований
и экономики знаний НИУ «Высшая школа экономики»,
Москва, Россия;
e-mail: nveselitskaya@hse.ru



**Совершенствование статистического учета
научно-технологической сферы:
классификаторы и их типология**

УДК: 311.213

DOI: 10.24412/2079-0910-2025-1-208-226

В настоящее время происходит ускоренное развитие технологий, что требует более оперативного сбора данных по научным и технологическим областям для отслеживания динамики изменений, мониторинга результатов и определения перспективных направлений развития. Классификации научно-технологической сферы предполагают наличие систематизированной структуры существующих и развивающихся областей исследований и технологий. Эти классификации играют важнейшую роль как основные инструменты для сбора и анализа ста-

тистической информации в соответствии с установленной структурой и иерархией. В предлагаемой работе проанализированы существующие классификаторы научно-технологической сферы, выявлены их преимущества и недостатки, исходя из чего целью статьи является создание нового классификатора для статистического учета технологий. Разработана типология классификаторов научно-технологической сферы, ранее отсутствовавшая в исследовательском поле. Указанная типология играет важную роль в создании новой классификационной системы для статистического учета новых технологий, поскольку определяет различные параметры, такие как охват областей, цели использования классификаторов и т. д. Она также необходима для сбора и анализа статистических данных о научно-технологическом развитии, разработки информационно-поисковых систем и стратегий развития в этой области.

Ключевые слова: классификаторы научно-технологической сферы, типология классификаций, статистический учет, агрегирование статистических данных, научно-технологическое развитие.

Благодарность

Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».

Введение

В современном мире значительная доля экономической деятельности относится к наукоемким товарам и услугам, где технологии являются основным фактором конкурентоспособности. С активным развитием науки и техники, быстрым ростом объема доступных данных и сопровождающей эти процессы социально-экономической турбулентностью стратегическое развитие все чаще опирается на статистику развития новых технологий с целью определения дальнейших направлений развития и его стимулирования. Способом оптимизации этого процесса является использование метода классификации [Chesbrough, 2003; Kucharavy et al., 2023; Lee, 2021]. В частности, в настоящей статье рассматриваются классификации научно-технологической сферы — ключевые структуры, на которых может базироваться статистика развития новых технологий.

Проблема классификации наук на протяжении множества веков привлекала внимание философов и ученых [Dolby, 1979]. Практику классификации обычно понимают как процесс расположения вещей по группам, которые отличаются друг от друга и разделены конкретными демаркационными линиями [Durkheim et al., 1963]. В свою очередь наука и технологии, при всей их сложности, не соответствуют какой-либо конкретной категоризации или иерархическому структурированию [Bryant, 2017]. Но, несмотря на присущие ограничения, классификации имеют практическое применение для системной организации информации и использования в дальнейшем для агрегирования статистических данных, их учета и выявления ключевых трендов.

В предлагаемой статье производится анализ существующих классификаторов в научно-технологической сфере. Исходя из характеристик классификаций, разрабатывается типология этих классификаторов, которая до сегодняшнего дня отсутство-

вала в исследовательском поле. Таким образом, представленная работа имеет цель предложить типологию классификаторов для адаптации системы сбора статистической информации по научно-технологическим направлениям. Также определяются основные характеристики будущего классификатора, оптимального в данной сфере, который позволит более оперативно производить агрегирование информации и мониторинг текущих тенденций.

Структура и методология исследования

Целью исследования является формирование типологии классификаторов научно-технологической деятельности для ее применения в процессе статистического учета через структурирование научно-технологических результатов.

Задачами настоящей статьи являются:

- обзор научной литературы для изучения опыта разработки классификационных систем;
- описание и систематизация наиболее распространенных классификаторов научно-технологической сферы. Классификаторы описаны однообразно для возможности проведения сравнительного анализа;
- сравнительный анализ основных параметров классификаций научно-технологической сферы. Методологической основой для сравнительного анализа является применение методов индукции, анализа, синтеза, а также кейс-стади различных существующих классификаций, в частности изучения возможностей практического использования;
- разработка типологии классификаторов научно-технологической деятельности. С использованием метода анализа систем знаний обосновываются новые возможности практического применения систем знаний о классификаторах.

Литературный обзор

Классификации, призванные упорядочить научные дисциплины и технологические направления, играют ключевую роль в организации исследований, планировании развития и оптимизации взаимодействия между различными областями. Несмотря на важность систематизации классификаций, актуальный обзор существующих классификаций научно-технологической сферы, выявление их сильных и слабых сторон, а также анализ попыток унификации в единую систему отсутствует. Большинство современных работ в сфере изучения классификаций науки и технологий, как правило, либо направлено на совершенствование существующих систем разделения отраслей науки и технологий по группам [*Schmoch*, 2008; *Thijs et al.*, 2015], либо предполагает сравнительный анализ различных классификаций [*Singh et al.*, 2021]. Отдельная часть исследований в принципе сосредоточена на достаточно узких сферах, например на технологиях смягчения последствий изменения климата [*Veefkind et al.*, 2012] или информационных технологиях [*Salmeron, Bueno*, 2006]. Но указанные работы также не направлены на систематизацию существующих классификационных систем, а предлагают способы совершенствования отдельно рассмотренных классификаторов.

Попытка структурирования информации о классификациях предпринималась В.М. Ефременковой, однако исследование охватывало не только технологическую область [Efremenkova, 2007]. Основным выводом этого исследования является то, что сравнительный анализ классификационных схем, созданных в России, США, Великобритании, Франции и Японии и отражающих весь комплекс знаний по точным, естественным и техническим дисциплинам, учитывает национальные особенности. Однако автор отметила формирующуюся на тот момент (2007 г.) тенденцию к созданию международных классификационных систем, стремящихся преодолеть национальные ограничения. Именно дальнейшее исследование и структурирование таких классификаций является важным шагом к агрегации информации о науке и технологиях и к дальнейшему определению ключевых технологических тенденций в мире.

Таким образом, в исследовательском поле на данный момент наблюдается потребность в структурировании существующих классификаций научно-технологической сферы.

Анализ классификаций научно-технологической сферы

Стандартизация исследовательской практики

1. Классификация научных направлений [*Organisation for Economic Co-operation and Development*, 2007] разработана Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в 2007 г. и многими странами признана стандартом для структурирования системы научных направлений и оценки научной продуктивности. Она актуализируется раз в пять лет для своевременного отражения изменений в науке и технике, в частности в отношении новых областей, таких как информационно-коммуникационные технологии, биотехнологии и нанотехнологии.

Классификация имеет международный охват и может использоваться как для фундаментальных научно-исследовательских работ, так и для прикладных исследований. Классификацию ОЭСР можно отнести к универсальным, поскольку ее основной целью является дифференциация и структурирование всех областей науки и техники. Недостатком классификации является то, что она учитывает научные направления только непосредственно стран — членов ОЭСР.

2. Номенклатура ЮНЕСКО для областей науки и техники [*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*, 1988] разработана ЮНЕСКО в 1988 г. Целью номенклатуры является классификация исследовательских работ и докторских диссертаций. В настоящее время она используется для структурирования данных по таким категориям, как исследовательские проекты, научные работы и диссертации, и выступает международным стандартом.

Недостатками являются отсутствие междисциплинарных областей, а также обновлений с 1988 г., в связи с чем номенклатура не учитывает последние достижения науки и техники, соответственно, полноценный статистический учет с ее использованием невозможен.

3. Общая европейская система классификации исследований [*ARIS*, 1991] разработана как элемент CERIF (Общего европейского формата исследовательской информации) Европейской комиссией в 1991 г. CERIF используется для управления исследовательской информацией, включая взаимодействие с современными иссле-

довательскими информационными системами (CRIS). Модель CERIF считается стандартом, поскольку Европейский союз рекомендует ее государствам-членам. Целью же классификации CERIF является запись существующей системы научной информации, а также предоставление рекомендаций по структуре научных направлений. Рассматриваемая классификация используется исследователями для поиска партнеров, отслеживания конкурентов, формирования коллабораций между сотрудниками научно-исследовательской сферы, различными организациями.

Ограничением этой системы является охват, поскольку информация о исследованиях собирается только в рамках стран Европейского союза.

4. Международная классификация стандартов (ICS) [*International Organization for Standardization*, 2015] разрабатывается Международной организацией по стандартизации с 1982 г., а наиболее актуальная версия была представлена в 2015 г. Целью ICS выступает классификация стандартов по отраслевому признаку.

Основным ограничением классификации является возможность отнесения документов к множеству категорий, что может препятствовать грамотному и репрезентативному статистическому учету по категориям классификации.

Организация библиотечных фондов

5. Классификация библиографической системы *Web of Science* (WoS) разрабатывается непосредственно самой платформой *Web of Science* и аналитической компанией *Clarivate* [*Clarivate*, 2022]. Целью библиографической системы *WoS* является оценка эффективности научной деятельности на базе библиометрической информации, структурированной с учетом дисциплинарной принадлежности научных журналов. Недостатком классификации является низкая степень детализации информации и наличие множественных оснований для классификации, что препятствует использованию классификационной системы для ведения полноценного статистического учета в технологической сфере.

6. Классификация базы данных *Scopus* разработана *Elsevier* в 2004 г. для систематизации и индексирования научных изданий по сферам и категориям исследований в научной литературе, рецензируемой базой данных *Scopus* [*Scopus*, 2024]. Целью классификации является сбор статистики по публикациям научных работ научными организациями и исследователями.

Ее основным ограничением является низкая степень детализации информации, а также смешанные основания для классификации — как сами журналы, так и непосредственно исследования и публикации.

7. Классификация Национальной медицинской библиотеки США (NLM) [*National Library of Medicine*, 2024] разработана Национальной медицинской библиотекой США в 1951 г. и используется на международном уровне. Ее целью является систематизация библиотечных материалов в области медицины и смежных наук.

Особенностью классификации выступает то, что она рассматривает исключительно технологии и продукты в медицинской сфере и является узкопрофильной, а также упускает аспект мультидисциплинарности.

8. Классификация Национального научного фонда США (NSF) [*United States National Science Foundation*, 2018] разработана Научным фондом США в 1978 г. и ежегодно обновляется. Целью классификации является упорядочивание научных исследований Научного фонда США, финансирование грантов на исследовательские и образовательные проекты и присвоение ученых степеней во всех не медицинских

областях науки и техники. Классификация используется на международном уровне и может быть отнесена к универсальным классификаторам.

Недостатком NSF выступает то, что она не охватывает все аспекты научных исследований, в частности она может быть недостаточной для некоторых областей научных исследований, таких как медицина.

9. Системная компьютерная классификация (CCS) [*Association for Computing Machinery*, 2012] разработана Ассоциацией вычислительной техники (ACM) в 1998 г. и актуализирована в 2012 г. с целью организации и индексации цифровой библиотеки ACM. Классификация регулярно актуализируется и опирается на семантический словарь как основной и единственный источник категорий и понятий, которые отражают современное состояние компьютерной дисциплины.

Особенностью классификации является ее направленность на сферу вычислительных технологий, что делает ее специфичной.

Оптимизация патентного поиска

10. Международная патентная классификация (IPC) Всемирной организации интеллектуальной собственности (WIPO) [*World Intellectual Property Organization*, 2024] установлена Страсбургским соглашением, вступившим в силу 7 октября 1975 г. [*World Intellectual Property Organization*, 2024a]. Классификация является международной и инициирована для унификации сбора и поиска сведений об изобретениях по всем странам-участницам. Целью IPC является создание эффективного инструмента поиска патентных документов ведомствами по интеллектуальной собственности и другими пользователями для установления новизны и оценки изобретательского уровня (включая оценку технического преимущества и полезности) технической информации в патентных заявках. IPC можно отнести к специфическим классификаторам.

Несмотря на детализированную структуру, существуют ограничения в использовании IPC, поскольку в ней наравне с отдельными технологиями присутствуют также конкретные объекты, которые стоит рассматривать скорее в качестве продукта. Более того, в научно-технологической сфере существует много информации иных видов, которую также необходимо систематизировать и классифицировать. В этом состоит другое важное ограничение IPC — отсутствие классификации других видов научно-технологической информации, такой как научные статьи, отчеты о научных исследованиях и т. д.

11. Совместная патентная классификация (Cooperative Patent Classification, CPC) [*European Patent Office*, 2024] разрабатывается совместно Европейским патентным ведомством и Бюро США по патентам и товарным знакам с 2013 г. Основной целью CPC является оптимизация патентного поиска и совместное использование государствами-участниками, а также различными организациями США и стран Европы. CPC регулярно обновляется.

Ограничением CPC является категоризация различных элементов — как существующих и разрабатываемых технологий, так и отдельных конечных продуктов, что связано с тем, что CPC базируется на стандартах и принципе IPC. Также недостатком выступает наличие отдельно обособленного раздела, который классифицирует перекрестные технологии, которые входили ранее в USPC, но их не удалось вписать в CPC, что связано с большим охватом технологической информации по годам начиная с 1978 г.

Управление научно-технологическим портфелем и стратегическое развитие

12. Стандартизированная классификация Австралии и Новой Зеландии (Australian and New Zealand Standard Research Classification, ANZSRC) [Australian Bureau of Statistics, 2020] разрабатывается с 2008 г. Австралийским статистическим бюро (ABS) и Статистическим управлением Новой Зеландии (StatsNZ). Наиболее актуальная версия классификации разработана в 2020 г. Классификация нацелена на сравнение данных НИОКР между Австралией, Новой Зеландией и другими странами по различным секторам, в частности по органам государственного управления, частным некоммерческим организациям, коммерческим предприятиям и образовательным учреждениям.

К основным недостаткам можно отнести следующие. Научные исследования оказываются разнесенными по группам, что может затруднять дальнейший анализ, а также нарушает целостность классификатора. Более того, согласно основным механизмам ANZSRC, междисциплинарные исследования должны быть отнесены к наиболее подходящей категории. Это означает, что информация о междисциплинарности исследований оказывается утерянной [Australian Bureau of Statistics, 2019a].

13. Технологическая классификация (или таксономия) [National Aeronautics and Space Administration, 2020] была разработана Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства США (NASA) в 2020 г. При создании классификации NASA руководствовалось целью наиболее оптимальной для себя систематизации технологий в области космических исследований. Свое применение технологическая классификация находит как источник информации по управлению портфелем технологий в рамках деятельности NASA. Помимо этого, дирекции миссий NASA используют эту таксономию для сбора предложений и принятия решений о технологической политике NASA, расстановке приоритетов и стратегических инвестициях.

Можно отметить два основных ограничения классификации. В связи с узкой специализацией классификации в ней отсутствует ряд технологий из других областей, например медицины. Также классификация разработана специально для компании NASA и ориентирована на ее собственные потребности и представления о внедрении технологий.

14. Европейская таксономия кибербезопасности (ECT) [European Commission, 2019] разработана в 2018 г. службой науки и информации Европейской комиссии — Объединенным исследовательским центром (Joint Research Centre). Она нацелена на упрощение категоризации компетенций стран — членов Европейского союза в области кибербезопасности и представляет собой объединение терминологии и областей кибербезопасности в последовательную широкую таксономию.

Ограничением таксономии является множественность оснований для включения в различные категории, а также низкий уровень детализации информации, связанный с отсутствием иерархии категорий.

Табл. 1. Сравнительный анализ основных параметров классификаций научно-технологической сферы –
Table 1. Comparative analysis of the main classification parameters of the scientific and technological sphere

Классификатор	Тематика	Объект систематизации	Уровни иерархии	Количество категорий на верхнем/нижнем уровне	Основные области	Пользователи
Классификация научных направлений ОЭСР	Универсальная	Научные направления	3	6/40	Естественные науки, инженерия и технологии, медицинские науки, сельскохозяйственные науки, социальные науки и гуманитарные науки	Все организации
Номенклатура ЮНЕСКО для областей науки и техники	Универсальная	Научные публикации и исследования	3	24 / около 2 тыс.	Логика, математика, астрономия, физика и т. д.	Все организации
Общая европейская система классификации исследований	Универсальная	Научные направления	3	5/333	Гуманитарные науки, социальные науки, естественные науки и математика, биомедицинские науки, технологии	Научные организации и исследователи
Международная классификация стандартов	Универсальная	Стандарты, регламенты и др.	3	40/909	Дорожное машиностроение, сельское хозяйство, металлургия и др.	Государства и различные ведомства
Классификация библиографической системы <i>Web of Science</i>	Универсальная	Научные публикации и журналы	2	5/153	Искусство и гуманитарные науки, биологические науки и биомедицина, естественные науки, общественные науки, технологии	Научные организации и исследователи
Классификация баз данных <i>Scopus</i>	Универсальная	Научные публикации и журналы	2	27/304	С/х и биологические науки, химия, энергетика, инжиниринг и др.	Научные организации и исследователи
Классификация Национальной медицинской библиотеки США	Специфическая	Научные публикации и исследования	3	6/317	Доклинические науки, общее здравоохранение и медицина, инфекционные заболевания, медицина в отдельных условиях, системы организации, области медицинской специализации, история медицины	Медицинские и научные организации, а также государство

Продолжение табл. 1

Классификатор	Тематика	Объект систематизации	Уровни иерархии	Количество категорий на верхнем/нижнем уровне	Основные области	Пользователи
Классификация Национального научного фонда США	Универсальная	Научные исследования	3	2/29	«Области науки и техники» и «Области, не связанные с наукой и техникой»	Государство и научные организации
Системная компьютерная классификация	Специфическая	Научные направления	6	13 групп на верхнем уровне / 1007 подгрупп на нижнем уровне	Аппаратное обеспечение, организация компьютерных систем сети, программное обеспечение и разработка, теория вычислений, математика вычислений, информационные системы, безопасность и конфиденциальность, человеко-ориентированные вычисления, вычислительные методологии, прикладные вычисления, социальные и профессиональные темы	Общество и научные организации
Международная патентная классификация	Универсальная	Технологии и конечные продукты	6	8 / около 79 тыс.	Человеческие потребности, выполнение операций, транспортровка, химия; металлургия, текстиль; бумага, стационарные конструкции, машиностроение и т. д.	Все организации
Совместная патентная классификация	Универсальная	Технологии и конечные продукты	5	9/647 подклассов (для восьми областей)	Человеческие потребности; транспортровка и выполнение операций; химия и металлургия; текстиль и бумага; стационарные конструкции; машиностроение, осветительные приборы, обогрев, оружие, взрывные работы;	Все организации

Окончание табл. 1

Классификатор	Тематика	Объект систематизации	Уровни иерархии	Количество категорий на верхнем/нижнем уровне	Основные области	Пользователи
Стандартизированная классификация Австралии и Новой Зеландии	Универсальная	Научные исследования	4	22 / около 2 тыс.	физика; электричество; а также выделен отдельный раздел общей маркировки новых технологических разработок, перекрестных технологий и технических предметов	Государство и научные организации
Технологическая классификация	Универсальная	Технологии	3	17/357	Математика, право, биологические науки, экономика, образование, психология и др.	NASA
Европейская таксономия кибербезопасности	Специфическая	Область знания	3	15/23	Двигательные установки; летные вычисления и авионика; аэрокосмическая энергия и хранение энергии; робототехнические системы; системы связи, навигации, отслеживания и определения характеристик орбитального мусора; здоровье человека, жизнеобеспечение и системы обитания и др.	Государство и научные организации

Сравнительный анализ классификаций, представленных в таблице 1, демонстрирует, что большинство из них являются универсальными, применимыми для различных научных направлений и областей деятельности. Несколько классификаций рассматривают такие специфические области, как компьютерные технологии, кибербезопасность, медицина. При этом высокая важность и сложность структуризации рассматриваемых областей обуславливает необходимость их изучения для формирования единой таксономии классификаторов. С точки зрения объектов классификации систематизации подлежат области знаний, научные направления и исследования, публикации, технологии, продукты, стандарты и т. д. Классификации являются довольно разнообразными и разветвленными по структуре и дифференциации уровней: их количество варьируется от двух до шести. При этом количество категорий на нижнем уровне может превышать две тысячи. Области классификаций весьма разнообразны и охватывают большинство из возможных сфер деятельности. Пользователями классификаций могут быть как все заинтересованные организации и общество, так и отдельные субъекты (например, государственные и научные организации).

Типология классификаций научно-технологической сферы

На основании проведенного анализа существующих классификационных систем нами предложена типология классификаций научно-технологической сферы. Типология позволяет систематизировать и обобщить информацию о существующих классификационных системах. В результате проведения анализа были выделены ключевые основания для выстраивания типологии:

- 1) тематика классификатора, отражающая его профиль и широту охвата областей;
- 2) пользователи классификатора — основные агенты, которые используют ту или иную классификационную систему;
- 3) объект систематизации — элемент методологии классификатора, который отражает основание для структурирования информации в классификационной системе;
- 4) цель классификатора: несмотря на то что большинство классификаторов используется с разным целевым назначением, была выделена основная и преобладающая цель фактического применения;
- 5) разработчики: к ним относятся структуры и организации, которые создали ту или иную классификационную систему, а также отвечают за ее актуализацию и обновление;
- 6) охват классификатора, отражающий масштаб его возможного использования для дальнейшего статистического сравнения.

Разработанная типология обладает рядом преимуществ. Она первой в исследовательской практике структурирует информацию о существующих классификациях научно-технологической сферы. Ее потенциал применения предполагает использование для сбора и анализа статистических данных о научно-технологическом развитии, разработки информационно-поисковых систем (для создания более эффективных систем поиска информации о научно-технологической сфере).

Тематика	<ul style="list-style-type: none"> • Универсальные • Специфические 			
Пользователи	Органы власти и гос. организации	Наука	Бизнес	Общество
Объект систематизации	Научные направления	Области знания	Научные публикации и журналы	Стандарты, технологии и конечные продукты
Цели	<ul style="list-style-type: none"> • Стандартизация исследовательской практики • Организация библиотечных фондов • Оптимизация патентного поиска • Управление научно-технологическим портфелем и стратегическое развитие 			
Разработчики	<ul style="list-style-type: none"> • Органы власти и государственные организации • Ассоциации и научные организации • Международные организации 			
Охват	<ul style="list-style-type: none"> • Национальный • Международный 			

Рис. 1. Типология классификаторов научно-технологической сферы

Fig. 1. Typology of scientific and technological sphere classifiers

Использование предложенной типологии в практике инновационной деятельности позволяет:

- четко структурировать научно-технологические результаты, что позволит более эффективно управлять портфелем научно-технологических проектов, оптимально распределить риски в этой сфере;
- разрабатывать стандарты и другие документы для организации научно-технологической деятельности на различных уровнях управления (международном, национальном, отраслевом, корпоративном);
- проводить мониторинг результатов научно-технологической деятельности;
- выстраивать стратегии технологического развития путем формирования их иерархической структуры;
- проводить оценку эффективности научных исследований благодаря систематизации результатов научно-технологической деятельности на базе различных классификационных признаков.

Обсуждение

В предлагаемом исследовании была проведена оценка существующих классификаций научно-технологической сферы с целью их адаптации к задачам статистического учета. В результате выделены как преимущества, так и недостатки каждой из рассмотренных классификаций. Среди выделенных преимуществ можно отметить:

1. Универсальный международный формат, предполагающий учет научно-технологических направлений множества стран по одной структурированной схеме. Он характерен для шести из четырнадцати классификаций,

- обеспечивая совместимость с другими системами классификации, что в итоге упрощает работу с информацией и ее агрегацию, дает возможность международного сравнения (позволяет производить статистический учет и сравнительный анализ между странами).
2. Опцию расширения классификации, предусмотренную почти во всех классификациях, позволяющую добавлять новые категории и подкатегории по мере развития науки и технологий. Наиболее полезными и актуальными будут те классификации, в которых происходят обновления категорий на постоянной основе, так как дополнительный мониторинг способствует учету наиболее инновационных тенденций.
 3. Оптимальную частоту актуализации информации, отмеченную в восьми из четырнадцати исследований. Значимость указанного преимущества обусловлена необходимостью извлечения наиболее полных и последних данных для отслеживания динамики научно-технологического развития исследуемой области. В итоге появляется возможность оперативного агрегирования статистической информации в соответствии с обновлениями классификатора, а также сравнения в разные временные периоды.
 4. Включенность большинства направлений и широкий охват объектов, обозначенные в семи исследованиях. Такое преимущество характерно для обобщающих междисциплинарных классификаций, которые охватывают широкий спектр научно-технологических дисциплин. Оно позволяет давать обобщенные оценки относительно развития исследуемых направлений в связке с другими междисциплинарными областями, выявлять неочевидные закономерности и тенденции.
 5. Подробную иерархическую структуру для точной категоризации объектов, обозначенную в восьми классификаторах, что способствует более детальному учету анализируемых данных. В результате могут отслеживаться даже незначительные изменения в организации научно-технологических процессов; может осуществляться планирование ожидаемых результатов.
 6. Удобную систему кодов (в пяти классификаторах), позволяющую лучше организовать и структурировать данные о научно-технологической деятельности. Кодирование представляет собой эффективный инструмент для статистического отображения информации, ее универсализации и дальнейшей обработки.
 7. Предоставление информации по обучению пользованием (в трех классификаторах), что особенно важно для быстрого освоения и использования классификаторов на практике. Внимание к этому аспекту и дополнение инструкциями большинства классификаторов сократит издержки на извлечение и анализ информации с их помощью.
- По каждой из классификаций были определены недостатки:
8. Неполный территориальный охват (в восьми классификаторах, в том числе в ANZSRC, учитываются научно-технологические направления только ограниченного числа стран). Это усложняет получение агрегированных данных, сужает возможности межстрановых сопоставлений.
 9. Узкопрофильный формат (некоторые классификации, например такие как NLM и CCS, предназначены для конкретных областей и не охватывают весь спектр научных и технологических областей, что, однако, позволяет прово-

дить более детализированное агрегирование информации с использованием материалов классификатора по одной конкретной сфере).

10. Отсутствие междисциплинарных областей (в четырех классификаторах), что затрудняет проведение статистического учета по смежным направлениям, а также сравнительные оценки динамики развития различных отраслевых групп.
11. Отнесение объектов к множеству категорий классификационной системы (в семи из четырнадцати классификаторов), что приводит к наложению тенденций из разных сфер и смещению оснований для сбора информации. В результате формулировка объективных и обоснованных выводов оказывается затруднена.
12. Низкая степень детализации (для трех классификаторов), усложняющая статистический учет и отслеживание специфических тенденций.

Предложенная типология классификаций при учете выявленных преимуществ и недостатков может быть использована для выбора наиболее подходящей классификации для конкретных задач статистического учета по интересующим направлениям. Однако ввиду выделенных недостатков подчеркивается проблема несовершенства существующих классификаций и необходимости разработки классификатора, специализированного на сборе статистики.

Стоит отметить, что перечень проанализированных классификаций не является исчерпывающим. В связи с этим в рамках дальнейших исследований планируется разработать конкретные предложения и основания для создания нового классификатора.

Вывод

В результате проведенного исследования изучены варианты классификаций различных объектов научно-технологической сферы. Научно-технологические классификаторы позволяют структурировать и систематизировать данные о научных и технологических разработках, конкретных технологиях и технологических направлениях.

В работе авторами была предложена собственная типология классификаторов, включающая такие параметры, как уровень охвата, цель, объекты систематизации и др. Предложенная типология может быть адаптирована под цели статистического учета и стать основой для разработки новой классификации научно-технологической сферы.

Источники

ARIS. Common European Research Classification Scheme (CERIF). Classifications. 1991. Available at: <https://www.arrs.si/en/gradivo/sifranti/sif-cerif-cercs.asp> (date accessed: 10.05.2024).

ARIS. Common European Research Classification Scheme, annex to CERIF // Official Journal of the European Communities. 1991a. Available at: <https://www.arrs.si/en/gradivo/sifranti/inc/CERIF.pdf> (date accessed: 12.05.2024).

Association for Computing Machinery. ACM Computing Classification System. 2012. Available at: <https://dl.acm.org/ccs> (date accessed: 10.04.2024).

Australian Bureau of Statistics. Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZSRC). A Statistical Classification Used for the Measurement and Analysis of R&D in Australia and New Zealand. 2020. Available at: <https://www.abs.gov.au/statistics/classifications/australian-and-new-zealand-standard-research-classification-anzsrc/latest-release> (date accessed: 11.04.2024).

Australian Bureau of Statistics. Discussion Paper. Australian and New Zealand Standard Research Classification Review 2019a. Available at: https://www.arc.gov.au/sites/default/files/media-assets/anzsrc_review_discussion_paper.pdf (date accessed: 05.04.2024).

Australian Bureau of Statistics. Outcomes paper. Australian and New Zealand Standard Research Classification Review. 2019. Available at: https://www.arc.gov.au/sites/default/files/anzsrc_review_outcomes_paper_v1.1.pdf (date accessed: 07.04.2024).

Clarivate. Articles Web of Science: List of Subject Classifications for All Databases. 2022. Available at: https://support.clarivate.com/ScientificandAcademicResearch/s/article/Web-of-Science-List-of-Subject-Classifications-for-All-Databases?language=en_US (date accessed: 07.04.2024).

Cooperative Patent Classification. CPC Training. 2024. Available at: <https://www.cooperativepatentclassification.org/Training> (date accessed: 05.04.2024)

European Commission. EU Science Hub. European Cybersecurity Taxonomy. 2019. Available at: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/european-cybersecurity-taxonomy-2019-11-28_en (date accessed: 03.04.2024).

European Commission. JRC Technical Reports. A Proposal for a European Cybersecurity Taxonomy. 2019. Available at: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118089/taxonomy-v2.pdf>

European Patent Office (2023). 10th CPC Annual Meeting with Offices Classifying in the CPC. Available at: https://link.epo.org/cpc/10th_CPC_Annual_meeting_with_NOs (date accessed: 05.04.2024).

European Patent Office. Cooperative Patent Classification (CPC). 2024. Available at: <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/helpful-resources/first-time-here/classification/cpc> (date accessed: 10.04.2024).

International Organization for Standardization. International Classification for Standards. Seventh edition. 2015. Available at: <https://www.iso.org/publication/PUB100033.html> (date accessed: 05.04.2024).

National Aeronautics and Space Administration (NASA). 2020 NASA Technology Taxonomy. Available at: https://www3.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/2020_nasa_technology_taxonomy_lowres.pdf (date accessed: 07.04.2024).

National Library of Medicine.. Classification 2024 Winter Edition. NLM Classification Materials. Available at: <https://classification.nlm.nih.gov/> (date accessed: 10.04.2024).

Organization for Economic Co-operation and Development. Revised Field of Science and Technology (FOS) Classification in the Frascati Manual // Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators. 2007. Available at: <https://unstats.un.org/wiki/display/EC/Revised+Field+of+Science+and+Technology+%28FOS%29+classification+in+the+Frascati+Manual> (date accessed: 08.04.2024).

Scopus. Official Website. Sources. 2024. Available at: <https://www.scopus.com/sources> (date accessed: 05.04.2024).

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Recommendation Concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology // Records of the General Conference, 20th Session. Paris, 1978. Available at: <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-concerning-international-standardization-statistics-science-and-technology> (date accessed: 08.04.2024).

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Proposed International Standard Nomenclature for Fields of Science and Technology. Official Document. 1988. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000082946> (date accessed: 03.04.2024).

United States National Science Foundation. Classification of Fields of Study. 2018. Available at: <https://ncesdata.nsf.gov/sere/2018/html/sere18-dt-tab001.html> (date accessed: 06.04.2024).

World Intellectual Property Organization (WIPO). International Patent Classification (IPC). 2024. Available at: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/> (date accessed: 05.04.2024).

World Intellectual Property Organization (WIPO). IPC 2024.01 — Statistics. Summary table. 2024b. Available at: https://www.wipo.int/treaties/en/classification/strasbourg/summary_strasbourg.html (date accessed: 08.04.2024).

World Intellectual Property Organization (WIPO). Summary of the Strasbourg Agreement Concerning the International Patent Classification. 2024a. Available at: https://www.wipo.int/treaties/en/classification/strasbourg/summary_strasbourg.html (date accessed: 05.04.2024).

Литература

Bryant R.E.H. Discovery and Decision: Exploring the Metaphysics and Epistemology of Scientific Classification. Edinburgh: The University of Edinburgh, 1997. 211 p.

Chesbrough H.W. Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. Boston: Harvard Business Press, 2003. 222 p.

Dolby R.G.A. Classification of the Sciences // The Nineteenth Century Tradition in Classifications in their Social Context. London: Academic Press, 1979. P. 167–193.

Durkheim E., Mauss M. Primitive Classification. Chicago: University of Chicago Press, 1963. 96 p.

Efremenkova V.M. Classifications and Classifiers in the Field of Scientific and Technical Information // Scientific and Technical Information Processing. 2007. Vol. 34. P. 293–300.

Kucharavy D., Damand D., Barth M. Technological Forecasting Using Mixed Methods Approach // International Journal of Production Research. 2022. Vol. 61. No. 3. P. 1–25.

Lee C. A Review of Data Analytics in Technological Forecasting // Technological Forecasting and Social Change. 2021. Vol. 166. No. 120646. P. 1–18.

Porter A.L. Forecasting and Management of Technology. USA: John Wiley & Sons, 1991. Vol. 18. 448 p.

Salmeron J.L., Bueno S. An Information Technologies and Information Systems Industry-Based Classification in Small and Medium-Sized Enterprises: An Institutional View // European Journal of Operational Research. 2006. Vol. 173. No. 3. P. 1012–1025.

Schmoch U. Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO). Geneva: WIPO, 2008. 15 p.

Singh V.K., Singh P., Karmakar M., Leta J., Mayr P. The Journal Coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A Comparative Analysis // Scientometrics. 2021. Vol. 126. P. 5113–5142.

Thijs B., Zhang L., Glänzel W. Bibliographic Coupling and Hierarchical Clustering for the Validation and Improvement of Subject-Classification Schemes // Scientometrics. 2015. Vol. 105. P. 1453–1467.

Veefkind V., Hurtado-Albir J., Angelucci S., Karachalios K., Thumm N. A New EPO Classification Scheme for Climate Change Mitigation Technologies // World Patent Information. 2012. Vol. 34. No. 2. P. 106–111.

Wang Q., Waltman L. Large-Scale Analysis of the Accuracy of the Journal Classification Systems of Web of Science and Scopus // Journal of Informetrics. 2016. Vol. 10. No. 2. P. 347–364.

Improving Statistical Accounting of the Scientific and Technological Sphere: Classifiers and Their Typology

ARTEM Y. SHASHKOV

National Research University “Higher School of Economics”,
Moscow, Russia;
e-mail: ashashkov@hse.ru

DINA K. MALEKOVA

National Research University “Higher School of Economics”,
Moscow, Russia;
e-mail: dmalekova@hse.ru

NATALIA N. VESELITSKAYA

National Research University “Higher School of Economics”,
Moscow, Russia;
e-mail: nveselitskaya@hse.ru

Nowadays, there is an accelerated development of technology, which requires a more rapid collection of science and technology data to track the dynamics of change, monitor results and identify promising areas of development. Systematic structure of existing and developing areas of research and technology is impossible without detailed classifications of the scientific and technological sphere. These classifications play a vital role as the main tools for collecting and analyzing statistical information in accordance with the established structure and hierarchy. The purpose of the article is to create a new classifier for statistical accounting of technologies. This work is based on the analysis of existing classifiers of the scientific and technological sphere, their advantages and disadvantages. In this paper a typology of classifiers in the scientific and technological sphere has been developed, which was previously absent in the research field. This typology plays an important role in creating a new classification system for statistical accounting of new technologies, since it defines various parameters such as coverage of areas, purposes of using classifiers, etc. It is also necessary for collecting and analyzing statistical data on science and technology, developing the information retrieval systems and preparation strategies in this area.

Keywords: science, technology, classifiers, typology, statistical accounting, statistical data, information retrieval systems.

References

ARIS (1991). Common European Research Classification Scheme (CERIF). Classifications. Available at: <https://www.arrs.si/en/gradivo/sifranti/sif-cerif-cercs.asp> (date accessed: 10.05.2024).

ARIS (1991a). Common European Research Classification Scheme, annex to CERIF // Official Journal of the European Communities. Available at: <https://www.arrs.si/en/gradivo/sifranti/inc/CERIF.pdf> (date accessed: 12.05.2024).

Association for Computing Machinery (2012). ACM Computing Classification System. Available at: <https://dl.acm.org/ccs> (date accessed: 10.04.2024).

Australian Bureau of Statistics (2020). Australian and New Zealand Standard Research Classification (ANZSRC). A Statistical Classification Used for the Measurement and Analysis of R&D in Australia and New Zealand. Available at: <https://www.abs.gov.au/statistics/classifications/australian-and-new-zealand-standard-research-classification-anzsrc/latest-release> (date accessed: 11.04.2024).

Australian Bureau of Statistics (2019a). Discussion Paper. Australian and New Zealand Standard Research Classification Review 2019. Available at: https://www.arc.gov.au/sites/default/files/media-assets/anzsrc_review_discussion_paper.pdf (date accessed: 05.04.2024).

Australian Bureau of Statistics (2019). Outcomes paper. Australian and New Zealand Standard Research Classification Review 2019. Available at: https://www.arc.gov.au/sites/default/files/anzsrc_review_outcomes_paper_v1.1.1.pdf (date accessed: 07.04.2024).

Bryant, R.E.H. (1997). *Discovery and Decision: Exploring the Metaphysics and Epistemology of Scientific Classification*, Edinburgh: The University of Edinburgh.

Chesbrough, H.W. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*, Boston: Harvard Business Press.

Clarivate (2022). Articles Web of Science: List of Subject Classifications for All Databases. Available at: https://support.clarivate.com/ScientificandAcademicResearch/s/article/Web-of-Science-List-of-Subject-Classifications-for-All-Databases?language=en_US (date accessed: 07.04.2024).

Cooperative Patent Classification (2024). CPC Training. Available at: <https://www.cooperativepatentclassification.org/Training> (date accessed: 05.04.2024)

Dolby, R.G.A. (1979). Classification of the Sciences, *The Nineteenth Century Tradition in Classifications in their Social Context* (pp. 167–193), London: Academic Press.

Durkheim, E., Mauss, M. (1963). *Primitive Classification*, Chicago: University of Chicago Press.

Efremenkova, V.M. (2007). Classifications and Classifiers in the Field of Scientific and Technical Information, *Scientific and Technical Information Processing*, no. 34, 293–300.

European Commission (2019). EU Science Hub. European Cybersecurity Taxonomy. Available at: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/european-cybersecurity-taxonomy-2019-11-28_en (date accessed: 03.04.2024).

European Commission (2019). JRC Technical Reports. A Proposal for a European Cybersecurity Taxonomy. Available at: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118089/taxonomy-v2.pdf>.

European Patent Office (2023). 10th CPC Annual Meeting with Offices Classifying in the CPC. Available at: https://link.epo.org/cpc/10th_CPC_Annual_meeting_with_NOs (date accessed: 05.04.2024).

European Patent Office (2024). Cooperative Patent Classification (CPC). Available at: <https://www.epo.org/en/searching-for-patents/helpful-resources/first-time-here/classification/cpc> (date accessed: 10.04.2024).

International Organization for Standardization (2015). International Classification for Standards. Seventh edition. Available at: <https://www.iso.org/publication/PUB100033.html> (date accessed: 05.04.2024).

Kucharavy, D., Damand, D., Barth, M. (2023). Technological Forecasting Using Mixed Methods Approach, *International Journal of Production Research*, 61 (3), 1–25.

Lee C. (2021). A Review of Data Analytics in Technological Forecasting, *Technological Forecasting and Social Change*, 166 (120646), 1–18.

National Aeronautics and Space Administration (NASA) (2020). 2020 NASA Technology Taxonomy. Available at: https://www3.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/2020_nasa_technology_taxonomy_lowres.pdf (date accessed: 07.04.2024).

National Library of Medicine (2024). Classification 2024. Winter Edition. NLM Classification Materials. Available at: <https://classification.nlm.nih.gov/> (date accessed: 10.04.2024).

Organization for Economic Co-operation and Development (2007). Revised Field of Science and Technology (FOS) Classification in the Frascati Manual // Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators. Available at: <https://unstats.un.org/wiki/display/EC/Revised+Field+of+Science+and+Technology+%28FOS%29+classification+in+the+Frascati+Manual> (date accessed: 08.04.2024).

Porter, A.L. (1991). *Forecasting and Management of Technology*, vol. 18, USA: John Wiley & Sons.

Salmeron, J.L., Bueno, S. (2006). An Information Technologies and Information Systems Industry-Based Classification in Small and Medium-Sized Enterprises: An Institutional View, *European Journal of Operational Research*, 173 (3), 1012–1025.

Schmoch, U. (2008). *Concept of a Technology Classification for Country Comparisons. Final Report to the World Intellectual Property Organization (WIPO)*, Geneva: WIPO.

Scopus (2024). Official Website. Sources. Available at: <https://www.scopus.com/sources> (date accessed: 05.04.2024).

Singh, V.K., Singh, P., Karmakar, M., Leta, J., Mayr, P. (2021). The Journal Coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A Comparative Analysis, *Scientometrics*, vol. 126, 5113–5142.

Thijs, B., Zhang, L., Glänzel, W. (2015). Bibliographic Coupling and Hierarchical Clustering for the Validation and Improvement of Subject-Classification Schemes, *Scientometrics*, vol. 105, 1453–1467.

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (1978). Recommendation Concerning the International Standardization of Statistics on Science and Technology // Records of the General Conference, 20th Session, Paris. Available at: <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/recommendation-concerning-international-standardization-statistics-science-and-technology> (date accessed: 08.04.2024).

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (1988). Proposed International Standard Nomenclature for Fields of Science and Technology. Official Document. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000082946> (date accessed: 03.04.2024).

United States National Science Foundation (2018). Classification of Fields of Study. Available at: <https://ncesdata.nsf.gov/sere/2018/html/sere18-dt-tab001.html> (date accessed: 06.04.2024).

Veefkind, V., Hurtado-Albir, J., Angelucci, S., Karachalios, K., Thumm, N. (2012). A New EPO Classification Scheme for Climate Change Mitigation Technologies, *World Patent Information*, 34 (2), 106–111.

Wang, Q., Waltman, L. (2016). Large-Scale Analysis of the Accuracy of the Journal Classification Systems of Web of Science and Scopus, *Journal of Informetrics*, 10 (2), 347–364.

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2024). International Patent Classification (IPC). Available at: <https://www.wipo.int/classifications/ipc/en/> (date accessed: 05.04.2024).

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2024b). IPC 2024.01 — Statistics. Summary table. Available at: https://www.wipo.int/treaties/en/classification/strasbourg/summary_strasbourg.html (date accessed: 08.04.2024).

World Intellectual Property Organization (WIPO) (2024a). Summary of the Strasbourg Agreement Concerning the International Patent Classification. Available at: https://www.wipo.int/treaties/en/classification/strasbourg/summary_strasbourg.html (date accessed: 05.04.2024).