## Компьютерная платформа автоматизированной классификации и оценки схожести 3D моделей объектов интеллектуальной собственности

В. С. Заборовский, Л. В. Уткин

[zaborovskij\_vs@spbstu.ru](mailto:zaborovskij_vs@spbstu.ru), [utkin\_lv@spbstu.ru](mailto:utkin_lv@spbstu.ru)

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

***Аннотация.*** *Процессы цифровой трансформации экономики и массовое внедрение технологий компьютерного моделирования, оказывают существенное влияние на юридически значимые процедуры защиты объектов интеллектуальной собственности (ИС). В России правовая норма, предусматривающая возможность получать патенты в режиме онлайн и формировать заявки на регистрацию объектов ИС, используя их компьютерные модели представленные в цифровой форме, вступит в силу уже в 2021 году. В статье на примере решения когнитивных задач, возникающих на этапе экспертизы патентных заявок, рассматривается архитектура и принципы функционирования экзо-интеллектуальной платформы автоматизации процессов классификации и оценки схожести 3D моделей промышленных образцов.*

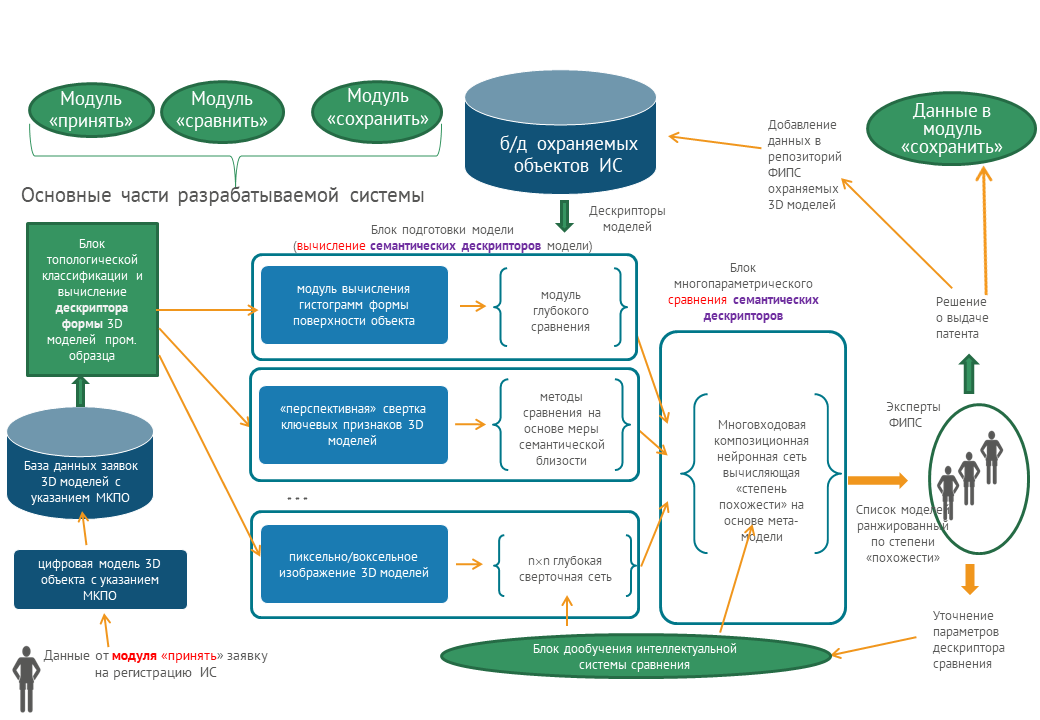
***Ключевые слова.*** *Сравнение 3D моделей, объекты интеллектуальной собственности, автоматизация патентной экспертизы.*

***Keywords****. Comparison of 3D models, intellectual property objects, patent examination automation*.

**1. Введение**. Суть процессов цифровой трансформации экономики состоит в широком использовании программно-вычислительных технологий, для которых компьютерные модели являются не только основным материальным носителем интеллектуальных прав, но и объектом купли-продажи. При этом только патенты дают основания для юридической защиты объектов интеллектуальной собственности (ИС), выступая важной составляющей современных экономических отношений. Хотя патентная новизна определяется свойствами объектов, созданными в процессе интеллектуального труда, однако именно патентная защита ИС является ключевым активом современных hi-tech компаний, который часто стоит дороже всех имеющихся у компаний материальных ресурсов. Новым законопроектом в области интеллектуального права [1] заявителю предоставляется возможность прилагать к материалам патентной заявки трехмерные компьютерные модели объектов (изобретений, полезных моделей, промышленных образцов и товарных знаков) представленные в электронной форме. Это нововведение открывает принципиально новые пути автоматизации процедуры подачи патентной заявки, позволяя ускорить этапы прохождения экспертизы. Кроме этого, в рамках нового законодательства открываются возможности получить правовую охрану для «коротко» живущих изделий с момента их создания, т.е. до срока получения официального патента, что позволяет снизить вероятность подделки продукции или ее несанкционированного копирования. Такие возможности особенно актуальны при дизайне промышленных образцов, развитии производств, использующих технологии 3D печати, и индустрии моды. Создание Роспатентом электронного реестра 3D моделей объектов ИС позволит радикально ускорить процесс проведения патентной экспертизы, однако при этом потребуется разработать принципиально новые технологии и инструментальные сравнения цифровых 3D моделей. Заметим, что используемые на практике методы автоматической классификации и сравнения многомерных цифровых объектов до сих пор не имеют общих теоретических оснований, которые все еще находятся в стадии научного обоснования [2]. Учитывая вышесказанное, в статье рассматриваются новые решения, составляющие основу автоматизации процессов просмотра, поиска и сравнения трехмерных моделей, входящих в описание патентных заявок на промышленные образцы. В статье обосновывается: 1) введение много ступенчатой (тополого-семантической) процедуры формирования дескрипторов схожести 3D моделей, позволяющей автоматизировать процесс сравнения новых моделей с ранее зарегистрированными в реестре моделями объектов интеллектуальной собственности; 2) применение методов машинного обучения, позволяющих совершенствовать эффективность используемых вычислительных процедур сравнения моделей, учитывая при этом опыт экспертов, анализирующих признаки новизны заявок при принятии решений о выдаче патентов.

**2. Содержание**. Заметим, что патентные заявки на объекты ИС могут быть связаны с принципиально разными уровням завершенности разработок и относиться к разным сферам интеллектуального права. Например, чтобы запатентовать объект как полезную модель, нужно ясно описать суть технической проблемы, точно сформулировать результат, описать новизну предлагаемого решения и его промышленную применимость. Согласно требованиям статьи 1349 Гражданского кодекса при патентовании промышленных образцов, необходимо учитывать внешний вид патентуемого объекта. Поэтому топологию (от др. греч τόπος — место и λόγος — учение) поверхности промышленных образцов можно рассматривать как одни из важных признаков его модельного описания, который носит объективный характер и инвариантен к существующей иерархии классификационных рубрик, определенных в стандарте Международной Классификации Промышленных Образцов - МКПО [3]. Однако, учитывая, что защищается и признается интеллектуальной собственностью не внешний вид объекта, а сам объект интеллектуального права, необходимо чтобы топологические особенности формы объекта были выражены в объективном материальном виде, например, с помощью 3D модели, представленной в формате STL [4]. Таким образом, у объекта интеллектуальной собственности должен быть материальный носитель, дающий возможность экспертам объективно оценить новизну промышленного образца и принять юридически значимое решение о его патентовании.

Платформа, для автоматизации процедуры патентной экспертизы, должна обладать свойством самоподдерживающего развития и функциональной целостности, реализуя принципы автопоэзиса [5] с использованием многоэтапного процесса сравнения, состоящего из: 1) **фазы топологической классификации** формы поверхности образца с указанием уровней иерархии, соответствующих рекомендациями МКПО [3]; 2) **вычисления семантических дескрипторов** (признаков пониженной размерности) цифровой модели промышленного образца, характеризующих различные аспекты «схожести» новой модели с описаниями из реестр Роспатента; 3) **многопараметрического сравнения** модели с использованием признаков пониженной размерности, мета-модельного описания, объясняющего результаты сравнения и контура до обучения интеллектуальных компонент системы на основе результатов, принимаемых экспертами решений ( Рис. 1).



**Рис.1** Архитектура интеллектуальной платформы

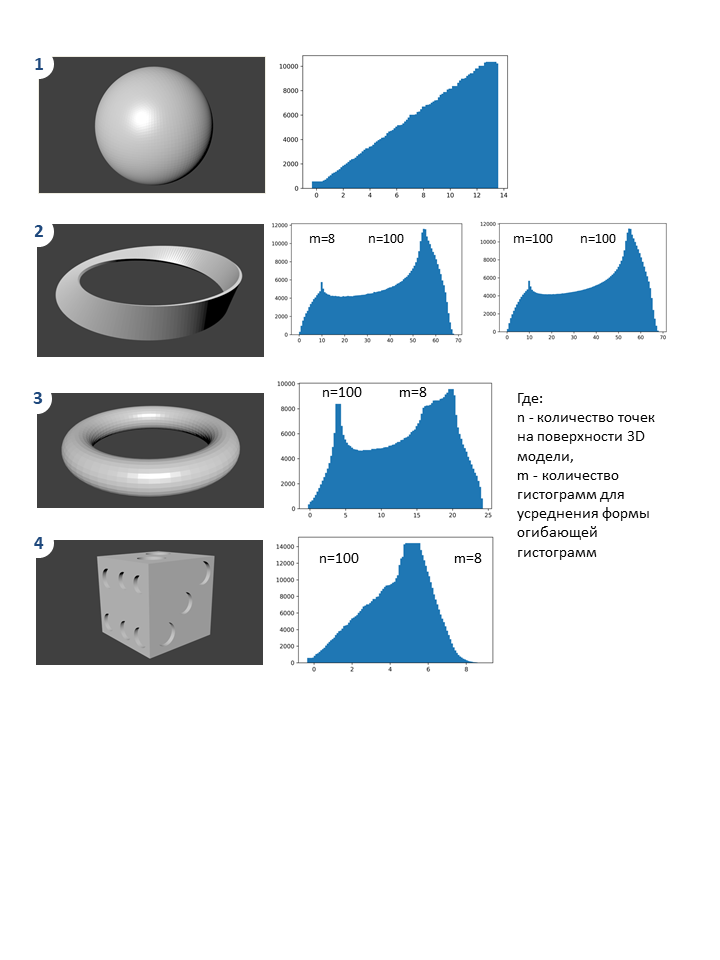
сравнения 3D моделей промышленных образцов

**2.1 Используемые методы сравнения**. Сравнение 3D моделей до последнего времени выполнялось на основе самых различных процедур обработки изображений, не являющихся интеллектуальными, которые, с одной стороны, строго теоретически обоснованы и показали свою эффективность во многих частных случаях, но, с другой стороны столкнулись с рядом сложностей их использования, которые появились в последнее время. Во-первых, расширение сфер и повышение культуры использования результатов интеллектуальной деятельности требует постоянного усовершенствования законодательства, регламентирующего эту деятельность и использования значительных вычислительных ресурсов. Во-вторых, имеющиеся процедуры обработки изображений не учитывают семантику 3D моделей, которая определяет их сходство не только с точки зрения их внешних характеристик (идентичности элементов), но и с точки зрения их применения, которая определяется на основе результатов патентной экспертизы. Семантический фактор весьма сложно учесть при «по-пиксельной» процедуре обработки изображений, поэтому необходимо использовать интеллектуальные методы обработки данных, основанные на использовании различных нейроморфных структур, случайных лесов и полей.

**2.2. Требования к интеллектуальной платформе**. Для сравнения многомерных компьютерных моделей необходимо реализовать:

1. Многовходовой (многоканальный) блок обработки 3D моделей, реализующего композицию различных методов сравнения.
2. Различные методы понижения размерности исходных данных (выделение признаков малой размерности) для организации процедур сравнения 3D моделей с использованием технологий машинного обучения.
3. Специализированные инструментарии, например, сиамские нейронные сети, которые ориентированы на сравнение, как исходных многомерных изображений объектов, так и их признаковых представлений.
4. Содержательная интерпретация результатов работы системы сравнения, в том числе с генерацией текстов обоснований принятых решений на естественном языке на основе специальных методов объяснительного интеллекта.

Многоканальность обработки 3D моделей предполагает, что для повышения точности принятия решений о совпадении или несовпадении анализируемой 3D модели с уже существующими в реестре образцами целесообразно использовать комбинированные оценки, получаемые на основе композиционных моделей. При этом каждый канал системы сравнения реализует процедуры обработки признаков, основанные на различных методах машинного обучения и представления признаков схожести. Например, один из каналов в качестве входных данных может использовать «пиксельное» изображение объекта, в то время как другой канал – дескрипторы формы (топологии) в виде усредненных m гистограмм, соединяющих n точек на поверхности объекта (Рис. 2).



**Рис. 2.**Пиксельное представление 3D объекта и

соответствующие дескрипторы формы (признаки малой размерности)

Использование различных методов понижения размерности исходных 3D моделей, позволяет вычислять семантические дескрипторы объекта, характеризующие различные особенности поверхности, важные с точки зрения его патентной экспертизы.

Проведенные в СПбПУ исследования и государственные испытания созданной суперкомпьютерной системы [6] показали, что наиболее эффективным инструментарием сравнения 3D моделей промышленных образцов на основе дескрипторов пониженной размерности являются сиамские нейронные сети [7,8]. Так как сиамская сеть состоит из двух одинаковых подсетей с одинаковыми параметрами настройки весов, объединенных на выходе, поэтому подсети преобразуют признаки 3D моделей из реестра моделей, одновременно поданных на входы подсетей в процессе обучения, а их объединенный выход позволяет вычислить расстояние между двумя векторами преобразованных признаков моделей и принять решение о их схожести. Таким образом, процесс обучения сети использует все возможные пары 3D моделей, которые имеются в распоряжении экспертов, что существенно увеличивает размер обучающей выборки и позволяет устранить эффект переобучения.

Так как в процессе проведения экспертизы важно не только получить ответы на вопросы, почему принято то или иное решение о схожести моделей, а также понять какие отличительные признаки или характеристики 3D моделей явились определяющими при принятии решения. Для этого необходимо создание мета-моделей, реализующих элементы объяснительного интеллекта или интерпретации результатов [9,10]. Решение этой задачи является крайне актуальным также для выработки корректного и всестороннего ответа автору патентной заявки. Разрабатываемые в СПбПУ мета-модели позволят выявить схожие элементы форм у различных 3D моделей и предоставить соответствующее объяснения о принятых экспертных заключениях.

**3. Заключение**. Разработанная платформа является примером практической реализации теории автопоэзиса (autopoiesis) при создании экзо-интеллектуальной человеко-машинной системы автоматизации решения различных когнитивных задач возникающих, например, при проведении экспертиз патентных или управления коалициями киберфизических объектов\*. Использование платформы в рамках новых требований законодательства, относящихся к объектам интеллектуального права, позволит экспертам ФИПС использовать качественно новые инструментальные средства, позволяющие сократить сроки рассмотрения патентных заявок, повысить качество принимаемых решений, а также обеспечить защиту и широкое внедрение объектов интеллектуальной собственности в промышленность. Экзо-интеллектуальный характер платформы позволяет реализовать принципы «knowledge-driven» вычислений, используя технологии машинного обучения в сочетании с профессиональным опытом и интуиций экспертов. Все это делает разрабатываемую платформу уникальной, не имеющей мировых аналогов, что обеспечивает ей ключевые конкурентные преимущества на стремительно развивающихся рынках для систем искусственного интеллекта.

**Литература**

1. Законопроект о 3D моделях регистрируемых объектов ИС, https://rospatent.gov.ru/ru/news/zakonoproekt-o-3dmodelyah-prinyat-gosdumoy-v-tretem-chtenii.
2. 3d-models, https://github.com/topics/3d-models.
3. Международная Классификация Промышленных Образцов (МКПО 7), https://www1.fips.ru/publication-web/classification/index
4. STL формат; https://3dtoday.ru/blogs/vipciller-icloud-com/stl-format-simulation-in-notepad.
5. Теория автопоэзиса, <https://sci.house/russkiy-yazyik-scibook/teoriya-avtopoezisa-35469.html>.

\*исследования поддержаны грантом РФФИ №18-2903250 МК “Методы робастного синтеза интеллектуальных транспортных систем для коалиции киберфизических объектов на основе байесовской концепции вероятности и аппарата модальных логик.

1. V. Muliukha, A. Lukashin and A. Ilyashenko, "An Intelligent Method for Comparing Shapes of Three-Dimensional Objects," 2019 25th Conference of Open Innovations Association (FRUCT), Helsinki, Finland, 2019, pp. 234-240, doi: 10.23919/FRUCT48121.2019.8981528.

\*

1. Chopra S., Hadsell R., LeCun Y. Learning a similarity metric discriminatively, with application to face verification // 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05), vol. 1, pp. 539-546, IEEE, 2005.
2. Utkin L.V., Zaborovsky V.S. and Popov S.G. Siamese neural network for intelligent information security control in multi-robot systems // Automatic Control and Computer Sciences. Vol. 51(8), pp. 881-887. 2017.
3. Guidotti R., Monreale A., Ruggieri S., Turini F., Giannotti F., and Pedreschi D. A survey of methods for explaining black box models // ACM Computing Surveys, 51(5):93, 2019.
4. Rudin C. Stop explaining black box machine learning models for high stakes decisions and use interpretable models instead // Nature Machine Intelligence, 1:206–215, 2019.