

# **Введение в эвристическую геометрию: термины и утверждения**

## **The introduction to heuristic geometry: concepts and statements**

**Лепаров М.Н.**

Канд. техн. наук, профессор, Софийский технический университет, респ. Болгария, г. София

**Leparov M.N.**

Candidate of Technical Sciences, Professor, Sofia Technical University, Bulgaria, Sofia

### **Аннотация**

Термин «эвристическая геометрия» введен автором и определяется как любая геометрия, независимо от ее типа, свойств и способа представления, которая участвует в явной или скрытой форме при решении эвристической задачи или является результатом решения эвристической задачи. Цель данной статьи – очертить основы эвристической геометрии в технических объектах, рассматривая как эвристику, так и геометрию с инженерной точки зрения. В работе обоснованы 37 утверждений (обобщающее понятие законов, закономерностей, принципов и правил). Проанализирована гипотеза о том, что естественный интеллект, основанный на эвристике, является единственной возможностью Homo Sapiens конкурировать с искусственным интеллектом. Обоснованы утверждения, что эвристика, геометрия и эвристическая геометрия имеют абсолютное распространение. Представлена характеристика эвристической геометрии через классификации эвристики и геометрии; через эвристические инструменты, генетически заложенные в каждом человеке и используемые в эвристической геометрии; через эвристические парадоксы и принципы.

**Ключевые слова:** эвристическая геометрия, геометрия, эвристика, технический объект, проектирование, утверждения.

### **Abstract**

The term «heuristic geometry» is introduced by the author and is defined as any geometry, regardless of its type, properties, and method of representation, that participates in an explicit or implicit form in solving a heuristic task or is the result of solving a heuristic task. The purpose of this article is to outline the foundations of heuristic geometry in technical objects, considering both heuristics and geometry from an engineering perspective. The work substantiates 37 statements (a generalizing concept of laws, regularities, principles, and rules). The hypothesis that natural intelligence, based on heuristics, is the only way for Homo Sapiens to compete with Artificial Intelligence has been analyzed. It is substantiated that heuristics, geometry, and heuristic geometry have absolute distribution. The characteristics of heuristic geometry are presented through classifications of heuristics and geometry; through heuristic tools genetically embedded in every person and used in heuristic geometry; through heuristic paradoxes and principles.

**Keywords:** heuristic geometry, geometry, heuristics, technical object, design, statements.

### **1. Введение**

**Используемые сокращения:** ГФ – главная функция, ЕИ – естественный интеллект, ПП – процесс проектирования, ТО – технический объект, эГ – эвристическая геометрия, эЗ – эвристическая задача, эИ – эвристическая идея (решение), эМ – эвристический метод, эЧ – «эвристический» человек, АИ – искусственный интеллект.

Примечание. Эти сокращения используются для единственного и множественного числа соответствующих терминов.

Термин «эвристическая геометрия» (ЭГ) определяется в настоящей статье как любая геометрия, независимо от ее вида, свойств и способа представления, которая участвует в явной или скрытой форме при решении эвристической задачи или является результатом решения эвристической задачи (ЭЗ). Хотя этот термин вводится автором, использование геометрии эвристическим способом, хотя и не осознается и не называется так, сопровождает Homo Sapiens вообще и инженеров в частности с момента их появления. С помощью вложенной в каждого человека и развитой опытом биологической эвристики создается необходимая геометрия соответствующих технических объектов (ТО). Из доступной литературы можно заключить, что системные исследования этой связи «эвристика-геометрия» практически отсутствуют. Некоторые публикации автора по теме цитируются в статье.

Цель настоящей статьи – очертить основы эвристической геометрии для технических объектов, рассматривая как эвристику, так и геометрию с инженерной точки зрения. Решение эвристической проблемы (ЭП) можно представить как:

$$\text{ЭП} = (\text{ТО}, \text{ЭЧ}, \text{ЭЗ}, \text{ЭМ}, \text{ЭИ}), \quad (1)$$

где ТО – технический объект, ЭЧ – человек, решающий эвристическую задачу ЭЗ с помощью эвристического метода ЭМ и находящий решение в виде идеи ЭИ; решение ЭЗ осуществляется благодаря эвристическим способностям человека, поэтому условно можно говорить о «эвристическом» человеке ЭЧ. Поскольку эвристика является частью ЭГ, а фундаментальная характеристика ТО – геометрия [13, Утверждение 5], то формула (1) относится и к ЭГ. Формула (1) может быть названа **базовой эвристической моделью**, которая относится к любой эвристической проблеме вообще и в частности к поиску ЭГ.

Через декомпозицию каждого структурного элемента формулы (1) можно перейти на более низкий иерархический уровень, что расширяет возможности использования (1). Операции над ТО, ЭЗ, ЭМ и ЭИ, которые изменяют их, рассмотрены в [15], а для операции над ЭЧ можно принять «замену ЭЧ» на основе основного типа мышления или основного типа интеллекта. К ЭЧ можно добавить в роли помощника доступный искусственный интеллект (AI), например, *Chatbot*, сотрудничество с которым резко увеличивает эффективность модели.

## 2. Утверждения

Для каждой теории, для каждой области знаний, а также для каждой деятельности особенно важно знать основные утверждения, на которых она основывается. В математике эти утверждения называются теоремами, в физике и других науках – законами и закономерностями, часто упоминаются принципы и правила. Основные утверждения позволяют, с одной стороны, глубоко понять данный объект/объекты или процесс/процессы, очерчивают научную сущность и показывают технологии (пути) для его использования или проектирования, а с другой стороны, служат базой для его развития во времени.

«Утверждение» в настоящей работе принимается как обобщающий и заменяющий термины «закон», «закономерность», «принцип» и «правило». Обоснование для этого принятия сделано в [14]. Под «утверждением» здесь понимается объективно существующая связь, существенная и устойчивая при данных условиях. В одной части утверждений, приведенных ниже, используется понятие бесконечности, которое является общепринятым в математике понятием бесконечности. В другой части используется понятие эвристической бесконечности [19], под которой понимается совокупность элементов, чье количество является большим числом (большим числом принимается 100 000), а в третьей части – практическая бесконечность, под которой понимается настолько большая совокупность элементов, количество которых конечно, но значительно больше, чем у эвристической бесконечности, настолько большое, что практически может считаться бесконечным.

В тексте ниже встречается и понятие конструкт – термин [12] для обозначения чего угодно, независимо от типа, структуры и характеристик, например, самолет, камень, сердце, электрон, галактика, идея, лист, теория, число, буква и т.д.

Эвристическая геометрия состоит из геометрии, рассматриваемой как объект, и эвристики, используемой как технология для воздействия на объект. По этой причине представленные ниже утверждения охватывают три тематические группы: эвристика, геометрия и эвристическая геометрия.

**Утверждение 1: Варианты базовой эвристической модели для поиска решения (1) составляют практическую бесконечность (их количество практически бесконечно велико).** Основание 1: Каждая классификация эвристически не ограничена [17, Утверждение 26], т.е. эвристически бесконечна, а в (1) возможны несколько классификаций структурных элементов – эЗ, эМ и эЧ (элемент каждой классификации образует вариант базовой модели). Основание 2: Количество эЗ для данной эвристической проблемы составляет эвристическую бесконечность ([19], Утверждение 12); количество эМ, с помощью которых можно решить одну эЗ, составляет эвристическую бесконечность ([19], Утверждение 30); количество инженеров (эЧ) в данной географической области (страна, континент) значительно; операции над: ТО, эЧ, эЗ и эМ [7, 15] многократно увеличивают варианты соответствующих элементов (1). Общее количество вариантов базовой эвристической модели является произведением количества вариантов каждого структурного элемента (или подэлемента) (1). Это произведение является числом порядка  $10^6$ , поэтому его можно считать практической бесконечностью.

Примечание: Указанное выше утверждение относится к задаче без ограничений, например, когда ищется новый внешний вид или дополнительная функция, или другая реализация функции для данного ТО без каких-либо специальных требований к решению. Это замечание несущественно, если учесть, что решение задачи с ограничениями можно искать среди множества решений задачи без ограничений, включая подходящую модификацию одного из решений.

Указанное выше утверждение раскрывает огромные возможности формулы (1) для поиска решения. Следует отметить, что при наличии значительной эвристической проблемы целесообразно охватить различные варианты формулы (1) через вариант/варианты одного или каждого из структурных элементов, таким образом «давая шанс» вариантности (1) для нахождения различных решений проблемы.

**Утверждение (гипотеза) 2: Эвристика – единственная технология Homo Sapiens, с помощью которой можно конкурировать с AI. (Естественный интеллект, в основе которого лежит эвристика, – единственная возможность конкуренции с Искусственным интеллектом).** Основание 1: Достижения AI показывают, что он превосходит и может заменить человека практически во всех видах деятельности, в том числе и в ряде научных (*например, анализ данных, исследование процессов, поиск новых знаний и др.*), а также творческие (*например, создание стихов, музыки, книг, картин и др.*). Важно отметить, что в настоящее время и в обозримом будущем AI может генерировать контент на основе существующих данных, но не может создавать что-то полностью новое и оригинальное. Учитывая значительный объем научных исследований и практических приложений AI в мире, можно ожидать его непрерывного совершенствования и успешного проникновения во все области без исключения, включая эвристику как науку и методы. В то же время эвристика как биологическая технология (п.3.1) – единственная технология Homo Sapiens, которая является технологией получения оригинально нового знания и, как таковая, является единственной возможной технологией, которая могла бы конкурировать с AI. Основание 2: Часть эМ использует эмоции, эмпатию, подсознание, интуицию, личный опыт и др., которые присущи только Homo Sapiens, *например* [10, 34]. Основание 3: Часто (по мнению некоторых исследователей – всегда [33]) решения эЗ основаны на инсайте (озарении), который присущ только человеку. Основание 4: Все формализованные методы, основные идеи всех теорий, все пионерные открытия, основные идеи во всех науках, основные идеи AI были созданы/раскрыты с помощью эвристики. Развитие ТО и каждой

науки благодаря эвристике. Приспособление к изменяющейся окружающей среде, все неформализованные проблемы, которые решает человек, и выживание Homo Sapiens на протяжении веков благодаря эвристике. Различные виды искусств используют эвристику; начало любой деятельности, прежде чем она формализуется / «шаблонизируется», является творческим, т.е. эвристическим. Из этих результатов можно заключить, что возможности эвристики огромны и неограничены, что делает ее серьезным конкурентом AI. (Фундаментальная значимость эвристики и ее неограниченный потенциал обосновываются в Утверждении 22 и Утверждении 29). Основание 5: Решение эЗ является субъективным процессом (Утверждение 20), эвристика основывается на собственном опыте (бессознательном и сознательном) каждого эЧ, собственной аналогии/ассоциации, собственной интуиции, собственном мышлении и т.д.; эти характеристики не могут быть заимствованы AI, так как они неизвестны, и отсутствует технология для их извлечения. Основание 6: Эвристика – единственная технология Homo Sapiens для решения неформальных задач. Если что-то может конкурировать творчески с AI, то эвристика – единственная возможность для этого, так как в формальных видах деятельности AI не имеет конкуренции. Основание 7: Искусственный интеллект и естественный интеллект (в основе которого лежит эвристика) – две разные, но и схожие технологии, каждая со своими преимуществами и недостатками (согласно принятым т.з.), очень мощные и успешные, которые даже не могут быть полностью охвачены из-за серьезных научных неясностей в их сущности и возможностях. Другими словами, с т. з. «интеллекта», они сопоставимы и конкурентоспособны.

Эвристическая ценность AI заключается, прежде всего, в огромных возможностях и замечательной скорости для: а) сбора информации на любую тему, б) анализа ее с любой точки зрения, в) нахождения множества вариантов решений «эЗ» (которые могут быть проанализированы эЧ), г) выполнения эЗ, следуя заданному эМ, д) нахождения связей между двумя произвольными конструкциями и е) др.

Как две различные технологии, AI и естественный интеллект могут давать разные результаты в отношении «творчества». Логично предположить, что сотрудничество в использовании AI человеком значительно повысит эвристические возможности человека, что предопределяет необходимость множества исследований в этом направлении.

**Утверждение 3: Любой эМ приемлем, если его использование результативно (Любой эМ для поиска решения целесообразен/подходит для соответствующей задачи, для которой он предназначен).** Основание 1: Пространство «методы-решения» эвристической проблемы состоит из эвристически бесконечного числа эМ (Утверждение 30 [19]) и эвристически бесконечного числа эИ/решений (Утверждение 49 [19]). Использование в этом огромном пространстве любого эМ, который приводит к эИ, является возможным и разумным решением. Основание 2: Любой эМ включает понятия/объекты, каждый из которых содержит т.з. относительно рассматриваемого ТО, а согласно [20, Утверждение 9], любая т.з. может использоваться как случайная т.з. для поиска решения эвристической задачи ТО. Основание 3: С философской точки зрения это утверждение совпадает с философским утверждением «Цель оправдывает средства», принимаемым или отвергаемым различными философскими школами [29]. Основные мотивы для отклонения связаны с несоответствием законам и морали. Поскольку эМ не имеют отношения к законам и морали, то в процессе проектирования (ПП) «цель оправдывает средства», что в данном случае можно определить как «решение оправдывает метод». Более того, в современных социальных науках сформировались антитетические представления [29], «...в проектной деятельности признано, что цели определяются средствами».

Существующие эМ насчитывают сотни, они бывают самых разных видов (одна классификация приведена в [18]). Из Утверждения 3 следует, что не имеет значения, какое первоначальное впечатление от конкретного эМ (*например, что он нелогичен, невозможен, смешон, несерьезен, глуп и т.д.*), нецелесообразно его стигматизировать, если он эффективен,

т.е. методу нужно дать «шанс» доказать себя. Не следует забывать, что путь к нахождению решения и найденное решение через него – это две разные вещи. Путь/ЭМ только направляет, а нахождение решения осуществляется ЭЧ. Конечно, каждый ЭЧ может отдать предпочтение использованию одного вида ЭМ перед другим.

Причины предвзятого отношения самые разные; виды барьеров творчества рассмотрены в [5, 33].

Утверждение 4 [19, Утверждение 46]: **Каждая человеческая деятельность имеет творческие элементы.**

Утверждение 5 [20, Утверждение 11]: **Каждый участник в ПП может создать эвристический метод и использовать его для творчества в своей деятельности.**

Создание метода (*например, обобщающего его профессиональный опыт*) способствует осознанию сущности, более качественному применению и развитию как этого метода, так и остальных ЭМ, которые он использует.

Утверждение 6 [20, Утверждение 20]: **Решение задач, включая эвристические задачи, основывается на поиске связей.**

Утверждение 7 [20, Утверждение 22]: **Базовая операция в эвристике – это поиск связей между объектами** (системно или случайно; сознательно или подсознательно; логическим или алогическим путем) и их использование для решения задачи.

Отсюда следует:

Утверждение 8: **Количество и качество найденных связей между двумя случайными объектами является критерием эвристического потенциала человека, а также для сравнения эвристического потенциала группы людей.**

Здесь можно отметить, что юмор основан на неожиданных связях (часто в неявной форме) между его элементами, поэтому его понимание основывается на установлении этих связей. Поэтому тезис «Чувство юмора, измеренное через время реакции на шутку, является возможным критерием для оценки эвристического потенциала человека» является допустимой гипотезой для исследования.

Утверждение 8 дает возможность для проектирования различных тестов на потенциал для решения ЭЗ.

Утверждение 9 [13, Утверждение 15]: **Любой ТО может быть частично или полностью преобразован в любой другой ТО.**

Утверждение 10 [13, Утверждение 16]: **Каждый ТО может быть использован в качестве отправной точки для проектирования геометрии любого другого ТО.**

Утверждение 11 [13, Утверждение 18]: **Любой конструкт можно использовать для изменения геометрии любого ТО.**

Утверждение 12: **Количество различных геометрий существующих материальных объектов бесконечно велико.** Основание: Согласно [12, Утверждение 22], количество видов реальных геометрических объектов бесконечно велико, и каждый вид имеет свою специфическую геометрию. При этом, как правило, каждый объект обладает множеством геометрий (Утверждение 15).

Это утверждение раскрывает неограниченные возможности для заимствования геометрии в ПП.

Утверждение 13: **Количество возможных геометрий каждого ТО составляет эвристическую бесконечность.** Основание: Согласно [13, Утверждение 13], геометрию каждого ТО можно изменить с сохранением его функционального назначения, а количество возможных вариантов составляет эвристическую бесконечность. Поскольку каждый вариант отличается от всех остальных, его геометрия также будет отличаться от геометрий всех остальных, а совокупность геометрий вариантов образует эвристическую бесконечность.

**Утверждение 14: Общее количество возможных реальных геометрий в техническом мире (технетика) практически бесконечно велико.** Основание: В 80-х годах прошлого века количество классов ТО оценивалось примерно в 50 000 при среднем числе различных деталей в наиболее сложных ТО – 10 000 [16, 24], а в соответствии с [23, Гипотеза закона возрастания разнообразия ТО] разнообразие технических объектов в целом техносферы мира, страны или отрасли, а также разнообразие отдельного класса технических объектов, имеющих одинаковую обобщенную функцию...со временем монотонно и ускоренно возрастает по экспоненциальному графику. С другой стороны, количество возможных геометрий каждого ТО из этого множества составляет эвристическую бесконечность (Утверждение 13). Учитывая начальное количество ТО и его непрерывное экспоненциальное увеличение, можно принять, что общее количество возможных геометрий всех ТО практически бесконечно.

**Утверждение 15: Из каждого конструкта можно выявить множество геометрий.** Основание 1: Каждый конструкт имеет геометрическую составляющую ([12, Утверждение 13]), и каждая составляющая имеет множество возможных модификаций ([19], Утверждение 5: Модификации эвристического объекта составляют эвристическую бесконечность). Основание 2: Каждая составная часть конструкта – реальная или принятая за таковую, каждое описание конструкта может быть рассмотрено воображаемо и преобразовано воображением в любой произвольный объект с соответствующей геометрией (воображение – универсальная человеческая способность к построению новых целостных образов действительности путем переработки содержания сложившегося практического, чувственного, интеллектуального и эмоционально-смыслового опыта [3]; воображение существенно и неограниченно – «Воображение важнее знания, ибо знание ограничено, воображение же охватывает все на свете, стимулирует прогресс и является источником ее эволюции. Строго говоря, воображение – это реальный фактор в научном исследовании» [32]). Основание 3: Каждый конструкт может быть представлен неявно (с множеством вариантов), а воображение может его «уточнить» различными способами. Основание 4: Каждый элемент конструкта или весь конструкт может быть принят за символ геометрии или символ другого конструкта. В первом случае воображение и мышление раскрывают геометрию, а во втором случае переходят к другому конструкту с другой геометрией. В принципе, количество символических интерпретаций объекта неограниченно («символ есть знак [30], наделенный всей органичностью и неисчерпаемой многозначностью образа», после принятия конструкта в качестве символа он приобретает неисчерпаемую многозначность содержания).

**Примечание:** Наличие множества геометрий не означает, что все они должны быть найдены в данном доноре; это количество показывает только наличие множества возможностей для выявления существующих геометрий в данном конструкте.

**Утверждение 16: Описания ТО являются также описаниями/представителями его геометрии (частичной или полной).** Основание: Все в ТО, а также в ПП связано с геометрией ([13]: Утверждение 5 – Геометрия является фундаментальной характеристикой ТО, Утверждение 7 – Структура любого ТО геометрическая, Утверждение 8 – Любая деятельность в ПП ТО прямо или косвенно связана с геометрией). Следовательно, каждому описанию ТО может быть сопоставлена определенная его геометрия и наоборот – каждая геометрия ТО, соответствующая описанию, может быть представлена через это описание. Описания ТО являются инженерными наименованиями геометрии, они выражают назначение геометрии в инженерных терминах или, скорее, в терминах теории проектирования ТО.

Утверждение 17: **Каждый вид чертежа (согласно ГОСТ 2.102-2013) является описанием ТО.** Основание 1: Каждый вид чертежа представляет ТО с определенной точки зрения, что является характеристикой описания, поэтому вид чертежа можно считать описанием. Основание 2: Чертеж представляет собой изображение определенной геометрии ТО, соответствующей виду чертежа, т.е. вид чертежа описывает определенную геометрию ТО, является представителем этой геометрии, поэтому является описанием.

Утверждение 18: **Методы проектирования геометрии ТО составляют эвристическую бесконечность.** Основание 1: Методы проектирования можно условно разделить на эвристические и формальные (в последних также есть эвристические элементы). Эвристические методы проектирования образуют эвристическую бесконечность ([19], Утверждение 39), поэтому совокупность эМ и формальных методов также составляет эвристическую бесконечность.

Утверждение 19: **Каждый конструкт обладает геометрией, которая может быть ему присвоена и названа.** Основание: Согласно Утверждению 13 [12], каждый конструкт имеет геометрическую составляющую, поэтому можно говорить о геометрии любого конструкта, *например, геометрия перфоратора, атома, предложения, вселенной, подсознания, рассказа, глагола, черной дыры, мысли, музыки, картины, танца, интуиции, магнитного поля и т.д. и т.д.* Основание 2: Утверждение 15, согласно которому из каждого конструкта можно выявить множество геометрий, подтверждает исходное утверждение, а также допускает использование термина «геометрии», *например, геометрии перфоратора, атома и т.д.*

Утверждение 20: **Решение эЗ является субъективным процессом.** Основание 1: Характеристики эЗ [14] включают: нахождение решения – возможно; число решений – неопределенное и неограниченное; решения зависят от качеств принимающего решения; нет повторяемости результата (разные люди, решающие одну и ту же задачу, получают разные результаты). Основание 2: Решение осуществляется с помощью эвристических инструментов эЧ (п.3.1), которые имеют персональную специфику для каждого индивида и основываются на его профессиональном и жизненном опыте, поэтому результаты специфичны, т.е. персональны. Основание 3: В психологии апперцепция [31] определяется как зависимость восприятия от предыдущего опыта человека; один и тот же объект воспринимается/осознается разными людьми по-разному в зависимости от предыдущего опыта, поставленной задачи, установки (мотива) и психического состояния. Другими словами, разные люди могут видеть разные связи между двумя конструктами, включая нереальные.

Другими словами, решения одной и той же эЗ от двух эЧ, вероятно, будут различаться, поэтому имеет смысл решать одну и ту же задачу несколькими эЧ и внимательно оценивать решения всех, возможно, обогащая их друг друга.

Утверждение 21: **Эвристика (как технология) имеет абсолютное распространение у каждого Homo Sapiens, в каждой его деятельности (каждый объект и процесс этой деятельности).** Основание: Технология эвристики как процесс генетически заложена в каждом индивиде для решения эЗ, и она влияет и развивается через окружающую среду, опыт, образование и другие факторы. Согласно Утверждению 23, каждый человек является эЧ, а согласно [19, Утверждение 46], в каждой человеческой деятельности есть творческие элементы, т.е. эвристика имеет место везде.

Утверждение 22: **Эвристика (как технология) имеет фундаментальное значение – везде и во всем, что связано с новыми идеями.** Основание 1: Абсолютное распространение эвристики в каждом человеке, в каждой области знаний, в каждой деятельности человека (Утверждение 21) является показателем ее значимости для человека и его деятельности.

Основание 2: (см. Утверждение 2, Основание 4) Ее уникальная роль во возникновении всех новых идей с момента появления Homo Sapiens до настоящего времени, ее решающая ментальная роль в выживании каждого человека и человечества как вида в изменяющейся окружающей среде [33], ее критическая роль в развитии каждой науки, каждой человеческой деятельности [5, «эвристика – дисциплинарно оформленная область знаний, выявляющая систему закономерностей, механизмов и методологических средств порождения нового знания»], отличает ее от всех других технологий (наук), что дает основание квалифицировать ее значимость как фундаментальную. Основание 3: Эвристика – единственная технология для поиска новых идей, генетически заложенная в каждом человеке и инвариантная по отношению к решаемой задаче. Основание 4: «Мышление [31] — это высшая форма познавательной деятельности человека,..., процесс поисков и открытия существенно нового, непосредственно связанного со словами (языком)». Мышление – самый сложный познавательный психический процесс человека, один из ключевых компонентов эвристики, передается генетически как технология в каждом человеке и используется при решении каждой задачи в любой области. Основание 5: Эвристика – единственная технология, которая используется (чаще всего бессознательно) везде, где есть проблема, независимо от ее характера, и нет или неизвестен метод для ее решения.

Фундаментальное значение эвристики – везде и во всем, что связано с новыми идеями, относится к каждой области и деятельности, включая ПП ТО.

Утверждение 23: **Каждый человек является эЧ (Каждый человек обладает эвристическим потенциалом).** Основание 1: Каждый умственно нормальный человек может находить решения эЗ (Аксиома 1 [19]). Основание 2: Каждый человек обладает биологической эвристикой, что делает его эЧ («Человек рождается готовым к творчеству... Творчество – фундаментальный закон жизни» [5]). Основание 3: «Повседневное» творчество является универсальной способностью человека к выживанию [33]. Каждый нормальный человек не только может решать творческие задачи, но и часто вынужден это делать для адаптации к изменяющейся среде (социальной, технической, бытовой, служебной и т.д.) путем решения возникающих при этом проблем. Этот вид креативности можно назвать принудительной (неосознанной, интуитивной). Другими словами, креативность заложена в природе человека через необходимый инструментарий, а сложный, разнообразный и меняющийся мир заставляет его быть креативным. Из сказанного следует, что каждый человек обладает значительным опытом в осуществлении креативной деятельности. Основная проблема заключается в осознании этой деятельности, осознании ее возможностей и полезности для будущей деятельности через ее осмысление и общее описание, т.е. переход от неосознанной к осознанной креативности.

Из Утверждения 23 следует, что при решении эЗ может участвовать любой человек при условии, что задача сформулирована в соответствии с его знаниями. Примером такого эМ является «Мозговой штурм».

Распространение эвристики на каждого человека (Утверждение 23) и ее значимость для каждой человеческой деятельности (Утверждение 22) обосновывают следующие утверждения:

Утверждение 24: **Эвристика имеет фундаментальное значение для Homo Sapiens и**

Утверждение 25: **Эвристика является фундаментальной характеристикой Homo Sapiens.**

Утверждение 26 [17, Утверждение 22]: **Эвристику можно использовать для развития себя.**

Это так, потому что она обладает необходимыми средствами для развития любого объекта, включая саму себя.

Утверждение 27: **Каждый конструкт обладает эвристическим потенциалом для ПП ТО.** Основание: Геометрия каждого ТО/конструкта может быть использована как отправная точка для проектирования/изменения геометрии любого ТО [13, Утверждения 14-18]. Поскольку изменение геометрии происходит эвристическим образом, а каждый конструкт имеет геометрическую составляющую [12, Утверждение 13], можно утверждать, что каждый конструкт обладает эвристическим потенциалом.

Утверждение 28: **Эвристический потенциал геометрического мира (множество всех конструктов) для проектирования ТО неограничен.** Основание 1: Согласно Утверждению 22 [12], количество видов реальных геометрических объектов (каждый из которых представляет собой конструкт) бесконечно велико, а распространение геометрии абсолютно – везде и во всем [12, Утверждение 23], т.е. количество геометрий (и конструктов) неограниченно. Поскольку каждый конструкт обладает эвристическим потенциалом (Утверждение 27), эвристический потенциал совокупности всех конструктов будет неограничен. Основание 2: Геометрия каждого конструкта может быть рассмотрена символически (эвристическим образом), а количество символов одного конструкта бесконечно велико (Утверждение 14, перефразированное Основание 8 [13]), что определяет его эвристический потенциал как неограниченный. Основание 3: Множество эМ [16, 18, 24] и их многократное применение большим количеством эЧ (студентам) на значительное количество ТО является практическим подтверждением утверждения (количественные данные приведены в п.4 статьи).

Утверждение 29: **Потенциал эвристики как технологии для решения задач неограничен.** Основание 1: Все достижения, тип новые идеи, человечества, от его возникновения до настоящего времени, от самых незначительных до пионерных открытий, основаны на эвристике Homo Sapiens. Небольшая часть из них произошла случайно, а остальная огромная часть – через решение (сознательное или нет) эЗ, что свидетельствует о неограниченном потенциале. Основание 2: Все правильные эвристические задачи (Правильная задача – это задача, которая через свои условия не нарушает законы и закономерности) решаемы ([19, Утверждение 11]), а их решение осуществляется с помощью эвристики как технологии. К этим задачам относятся как существующие в настоящее время, так и появляющиеся в будущем, которые будут сопровождать человечество, пока оно существует. Количество эвристических задач непрерывно растет [19, Утверждение 20]. Основание 3: Согласно Аксиоме 2 [19], прогресс непрерывен и неограничен, а в основе прогресса лежат инновации [25], базовой технологией которых является эвристика.

Утверждение 30: **Эвристика является изначальной (исконной) наукой, наукой наук.** Основание 1: Каждая наука создана и развивалась с помощью эвристики. Основание 2: Все человеческие знания были раскрыты при критической роли или содействии эвристики. Основание 3: Основы эвристики были заложены с появлением человека, так как часть ее генетически заложена. Основание 4: Эвристика – единственная наука, которая обладает генетическим «научно-исследовательским аппаратом». Основание 5: Существует множество определений философии [25, 28], и одно из них [25]: наука о всеобщих законах развития природы, человеческого общества и мышления, знания о мире в целом. Философия считается наукой наук, метанаукой [28], но сама философия была создана, прежде всего, с помощью эвристики.

Присутствие эвристики в развитии каждой деятельности, включая каждую науку, обосновывает:

Утверждение 31: **Эвристика (как технология или наука) является (технологической) связью между всеми науками, а также между всеми человеческими деятельностями.**

**Утверждение 32: Осознание наличия реальной или возможной проблемы, требующей решения, а после нахождения решения – осознание, что найденное решение не является единственным, имеет первостепенное значение для начала и разрешения проблемной ситуации.** Основание: Первая часть утверждения очевидна – чтобы сформулировать задачу, нужно осознать, что в конкретных обстоятельствах в принципе есть необходимость в решении какой-то (пока неясной) задачи; так как эЗ ставится эЧ, который будет ее решать, чтобы она была поставлена, он должен осознать, что есть необходимость в этом. Кроме того, можно говорить не только о реально существующей, но и о возможной проблеме – любой объект или процесс (любая деятельность), любой элемент из них превращаются в проблему, если задать вопрос «Каким другим образом он может быть реализован?». Любой объект, процесс или элемент содержит проблему, если осознать, что такая проблема возможна и что ее стоит решать. Вторая часть вытекает из [19, Утверждение 49], что решения для каждой правильной (решаемой) задачи составляют эвристическую бесконечность.

Утверждение звучит элементарно, но оно существенно, а практика показывает, что его часто упускают. Поэтому необходимы усилия и тренировки для его применения, *например, через обучение постановке эЗ в разнообразных ситуациях*. Осознание значения и возможностей эвристики является предпосылкой для резкого повышения ее разумного использования, эффективности, а также эвристического потенциала эЧ.

Поскольку, с одной стороны, геометрия является фундаментальной характеристикой как для ТО (Утверждение 5 [13]), так и для ПП ТО (Утверждение 9 [13]), она является фундаментальным строительным блоком как ТО, так и процесса его проектирования (Утверждение 26 [13]). С другой стороны, эвристика является частью ПП. Воздействуя через эвристику на геометрию, эГ воздействует на ТО. Другими словами, можно вывести:

**Утверждение 33: Эвристическая геометрия имеет существенное значение для ПП ТО.**

Примечание: В различных задачах, методах и этапах проектирования она занимает разное место.

Из Утверждения 29 и 28 следует комбинированное

**Утверждение 34: Для ПП ТО эвристическая геометрия имеет неограниченный потенциал как с точки зрения эвристики (как технологии), так и с точки зрения геометрии (как объекта).**

Примечание: В зависимости от требований задачи и выбранного метода проектирования в ПП ТО могут использоваться методы, отличные от эГ.

**Утверждение 35: эГ имеет абсолютное распространение.** Основание 1: С одной стороны, согласно Утверждению 23 [12], распространение геометрии проявляется абсолютно, во всем и везде, так как каждый конструкт обладает геометрической компонентой. С другой стороны, любой конструкт можно использовать для изменения геометрии любого ТО ([13], Утверждение 18), и это изменение осуществляется эвристическим образом. Следовательно, каждая геометрия является также и эГ, и Утверждение 23 [12] может быть отнесено к эГ. Основание 2: Геометрия каждого конструкта может стать объектом воображаемой геометрии, в основе которой лежит воображение (см. Основание 2 к Утверждению 15). Поскольку творческое преобразование при воображении является эвристическим, а реальная действительность состоит из конструктов, каждый из которых имеет геометрическую компоненту, воображаемая геометрия является эГ и имеет абсолютное распространение, так как может охватить все конструкторы. Основание 3: Аналогично воображаемой геометрии можно рассуждать о символической геометрии, в основе которой лежит символ, и каждый конструкт может быть рассмотрен как символ

(см. Основание 4 к Утверждению 15). Символическая интерпретация геометрии конструкта осуществляется эвристически, что превращает символическую геометрию в эГ.

Несмотря на впечатляющую и даже критическую роль эвристики для значительной части знаний Homo Sapiens (Утверждения 22 и 24), она не находит своего заслуженного места как в сознании эЧ, так и в необходимой степени в самостоятельных и мультидисциплинарных научных исследованиях. Среди вероятных причин можно выделить: а) наличие генетической биологической эвристики у каждого человека, которая не требует сознательных действий с его стороны для ее использования – наличие проблемы «автоматически» активирует эту природную эвристику, и человек способен решать эвристические задачи на каком-то уровне, даже не называя их эвристическими задачами и часто не подозревая, что они таковыми являются; б) значительная степень неясности с научной точки зрения, как эта технология функционирует в эЧ, включая мышление; в) отсутствие популяризации и включения ее во все уровни и виды образования; г) недоверие к часто нелогично выглядящим эМ; д) трудности в применении таких методов, требующих специфических усилий; е) отсутствие эМ (или распространенных приложений существующих универсальных эМ) для больших групп человеческой деятельности/областей.

Недостаток эвристики в обучении студентов проектированию ТО, особенно в отношении инновационного проектирования, обсуждается в [38]. Сравнительно скромное место эвристики как науки и методов в университетах и профессиональной деятельности можно установить, просмотрев книги, посвященные проектированию ТО, например, [1, 24, 25, 36, 37 и др.], а также учебные планы и программы университетов (в некоторых университетах введена дисциплина «креативность», но только для некоторых психологических специальностей [33], а в других, например, «Инженерное творчество»). В то же время не следует упускать из виду, что творчество используется и поощряется массово, но в основном полагаются на биологическую эвристику каждого человека. Учитывая значимость эвристики как науки и методов, ее сознательное расширение, углубление и применение можно оценить как неудовлетворительное. Подобное мнение разделяется и в [33].

**Утверждение 36: Каждая геометрия является также и эвристической геометрией.**

Основание: Каждый элемент может быть основой (отправной точкой) для поиска решения эЗ [19, Утверждение 48], а геометрия является элементом, который, участвуя в эЗ, приобретает качество эГ в соответствии с определением эГ (п. 1). Виды геометрий описаны в п.3.1.

Некоторые другие утверждения, имеющие прямое отношение к рассматриваемой теме, предложены и обоснованы в: [6] – 3 шт., [7] – 3 шт., [8] – 2 шт., [11] – 22 шт. (интерпретированные утверждения из [19] для ПП на ТО), [12] – 19 шт., [13] – 23 шт., [14] – 10 шт., [19] – 54 шт., [20] – 23 шт., [21] – 4 шт., [5,23] – 24 шт. – законы и закономерности, [17] – 12 шт. Если добавить 29 шт. из настоящей статьи, общее количество составляет 228.

Это количество утверждений относится к ТО (включая его центральное место – его геометрию), эЗ, эМ, эЧ, эИ и ПП. Все они имеют прямое отношение к эГ, так как относятся к ТО (т.е. геометрии) и к эвристике, которая используется как технология для решения задач. Большое количество утверждений, включающих все структурные элементы процесса решения эвристической проблемы (1) и использующих общую терминологию, создают теоретическую базу для поиска новых утверждений – формально или неформально, а также теоретическую базу для развития эГ.

**Утверждение 37: Каждая идея относительно ТО (для проектирования, модификации и др.) содержит в явной или скрытой форме геометрию.** Основание 1: Каждая идея определяется понятиями, известными автору идеи, и каждое понятие связано с представлением об объекте понятия, которое находится в сознании человека и связано с геометрией ([31] представление – это процесс мысленного воссоздания образов предметов и явлений, которые в данный момент не воздействуют на органы чувств человека).

Основание 2: Каждое значимое слово/понятие идеи имеет определение, которое выражает содержание понятия, и поскольку идея относится к ТО, т.е. к материальному объекту, то и идея относится к элементам или характеристикам, имеющим геометрическую реализацию. Основание 3: За каждым инженерным понятием в голове инженера есть какой-то образ/образы, а идея для ПП содержит инженерные понятия. Основание 4: Любая деятельность в процессе проектирования ТО прямо или косвенно связана с геометрией ([13], Утверждение 13), а идеи являются результатом части этой деятельности.

### 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭВРИСТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ

Объектом ЭГ является геометрическое проектирование, а ее предметом – определение геометрии ТО.

#### 3.1. Классификации и эвристические инструменты

##### *Классификация Эвристики*

По семантике слова: эвристика – наука (наука о творчестве); эвристика – технология (биологические механизмы, обеспечивающие эвристическую деятельность в ЭЧ) и эвристика – метод (ЭМ для решения ЭЗ); по месту эвристической деятельности в человеке: эвристика в сознании, эвристика в подсознании; по виду использования ее ЭЧ: неосознанное, осознанное; по использованию ЭМ: биологическая (без использования ЭМ), системная (с использованием ЭМ); по количеству людей, для которых полученный результат решения ЭЗ (творчество-т) является новым [33]: мини-т (для одного человека; часто называемое «ежедневным» творчеством), малое-т (для нескольких людей), про-т (для всех людей в данной области), большое-т (для всего человечества).

Анализ творчества и его элементов с точки зрения психологии [5,31,33] показывает, что эвристические инструменты и технологии, т.е. инструментарий, которым располагает человек при решении задач, можно представить следующим образом:

*Эвристические инструменты и технологии\**: (в сознании): мысли (мышление\*), образы (воображение\*); (в подсознании): инсайт/озарение (неизвестная\*), интуиция (неизвестная\*).

Примечание: Чувства (аффекты) играют в разной степени роль катализаторов в процессе технического творчества.

Мышление является основой эвристики, а само оно – психический познавательный процесс, отражающий существенные связи и отношения предметов и явлений объективного мира [31]. Мышление [31] состоит из операций (сравнение, анализ, синтез, абстрагирование, обобщение и конкретизация) и форм мышления, которые представляют собой результат операций и включают понятие, суждение и умозаключение (индуктивное, дедуктивное, по аналогии). *Воображение* [31] – часть сознания личности, один из познавательных процессов, умение в мыслях строить новые образы; источником возникающих образов служит не внешний мир, а память. Виды воображения: а) по степени активности и волевых усилий: активное (преднамеренное) и пассивное (непреднамеренное) и б) по степени преобразования действительности: продуктивное (творческое) и репродуктивное (воссоздающее). *Инсайт* – это внезапное озарение, рождение идеи при решении задачи. Понятие инсайт стало одним из ключевых для гештальт-психологии, которая имеет интересные принципы, связанные с пространственно-наглядной формой воспринимаемых предметов человеком. *Интуиция* [26] – нахождение, часто практически моментальное, решения задачи при недостаточности логических оснований. Постигание ее без всякого рассуждения и доказательства.

##### *Классификация Геометрии*

По виду геометрии [13]: реальная (геометрия ТО) и идеальная (геометрические фигуры 2D и 3D); по способу представления [13]: графическое, аналитическое – явное, неявное, параметрическое и табличное; по типу описания ТО [14]: реальная, символическая, вербальная и смешанная геометрия.

##### *Классификация Эвристической геометрии*

Поскольку любая геометрия может быть эвристической (Утверждение 36), классификация геометрии применима и к эГ. Эта классификация должна быть дополнена с учетом связи геометрии с эвристикой как технологии решения эЗ.

*Дополнительная классификация эГ:* по месту геометрии при ее эвристическом манипулировании: сознательная (находящаяся в сознании) и подсознательная (находящаяся в подсознании); по принадлежности геометрии: к внешнему миру и к памяти; по необходимости раскрытия геометрии: явная (без необходимости раскрытия) и скрытая (с необходимостью); по воздействию на исходную геометрию: заимствованная и преобразованная; по познавательному процессу, в котором участвует: мысленная, воображаемая.

Конструкты, созданные с помощью мышления и воображения, можно назвать мысленными и воображаемыми конструктами, а их геометрию – мысленной и воображаемой геометрией. Скрытая геометрия – это незаметная первоначально геометрия, которая раскрывается после анализа, например, *геометрия картины* [1], *геометрия музыкального отрывка и т.д.*

### 3.2. Парадоксы и принципы эГ

Некоторые принципы и парадоксы, полученные на основе утверждений, обобщенно и количественно представленных в п.2 и других, приведены ниже. Они являются эвристическими, но поскольку эвристика как технология является частью эГ, они также являются парадоксами и принципами эГ.

Некоторые эвристические парадоксы:

*Эвристический парадокс 1:* Наибольший недостаток эвристических методов – их неопределенность, связанная с трудностями поиска решений; наибольшее преимущество эвристических методов – их неопределенность, связанная с неограниченными возможностями поиска решений.

*Эвристический парадокс 2:* Чем больше решений найдено с помощью эвристического метода, тем качественнее будет выбор окончательного варианта решения; чем больше решений найдено, тем сложнее и проблемнее выбор.

*Эвристический парадокс 3:* Каждый эМ содержит эвристический потенциал для поиска решения; каждый эМ ограничивает эвристическое поле возможных решений.

*Эвристический парадокс 4:* Отдаленный от области объекта проектирования донор обладает потенциалом для направления к оригинальному решению; отдаленный донор увеличивает трудность поиска решения.

*Эвристический парадокс 5 [5]:* Исследователь должен мыслить непротиворечиво и в то же время быть толерантным к противоречиям (объединение взаимоисключающих позиций).

*Эвристический парадокс 6 [5]:* В творчестве необходимо сочетание феноменов, включающих, с одной стороны, глубокие знания, твердые убеждения, уверенность, упорство, а с другой – способность к легкому пересмотру собственных позиций.

Некоторые эвристические принципы:

1. Осознание наличия проблемы и осознание необходимости формулирования задачи является критической частью эвристической деятельности (это является «пусковым механизмом» для запуска процесса решения проблемы).

2. В любом объекте или процессе (конструкте) или их составной части существуют эвристические проблемы, необходимо только их сформулировать.

3. Любая проблема может быть определена через множество равнозначных задач для ее решения.

4. Любая правильная (не противоречащая законам) эвристическая задача решается.

5. Любая эвристическая задача может быть решена через множество равнозначных эвристических методов.

6. Любая эвристическая задача имеет решение, и оно является только одним из множества возможных решений.
7. Нахождение всех решений эвристической задачи невозможно.
8. Эвристический процесс не ограничен по отношению к проблеме, объему, времени и содержанию. Эвристический процесс является частью «эвристической вселенной».

#### 4. Заключение

Результаты апробации предлагаемой теории.

В [18] предложены 35 способов создания ЭМ, по 16 из них было разработано и опубликовано кафедрой ОТСК ТУ-София множество ЭМ (с использованием эвристических алгоритмов и примеров, иллюстрирующих алгоритмы). Часть из них (более 50) обобщенно представлены в [18]. Значительная часть созданных ЭМ, а также некоторые универсальные методы, доработанные на кафедре, использовались в учебном процессе как часть учебных дисциплин, включая экзамены. В течение примерно 15 лет этими ЭМ обучались студенты из 6 факультетов, 8 специальностей, 5 обязательных дисциплин, 1-3 курсов бакалавриата (общее количество студентов в год около 1000, за рассматриваемый период – около 15 000; большинство студентов – первокурсники, их количество составляет около 60% от всех первокурсников ТУ-София, т.е. большинство поступающих студентов изучали эти дисциплины); общее количество ЭМ за годы – около 70 (различные для некоторых специальностей; некоторые ЭМ заменялись в течение лет для ограничения интернет «пиратства»); количество объектов, на которых применялись эти методы – около 300 (часть объектов периодически заменялась; часть методов и примеров их использования включены в [4,16]; количество методов за семестр – 4-10; задача, которую каждый студент должен решить: «По каждому из заданных методов найти новую реализацию проектируемого изделия (новый внешний вид, дополнительные функции, другая реализация функции)»; один из обязательных методов для всех студентов – ЭМ «Тотальная аналогия» [4,16].

Пути для создания мегаметодов (мегаметод [8,9,35] - метод, на основе которого могут быть созданы семейства ЭМ) предложены в [18]. При проектировании ЭМ следует учитывать следующие утверждения из [19]: из каждого ЭМ можно получить мегаметод (Утверждение 29); каждый ЭМ может быть использован для развития самого себя (Утверждение 36); каждый ЭМ может быть модифицирован (Утверждение 32). Операции над существующими ЭМ («Модификация», «Преобразование» и «Мультипликация»), с помощью которых получаются варианты ЭМ, а также эвристические алгоритмы для их применения и иллюстрирующие примеры приведены в [15].

Один важный вопрос: «Почему важно иметь много методов и разрабатывать новые?» Причины кроются в следующих обстоятельствах:

а) виды объектов проектирования многочисленны, виды ЭЗ многочисленны, конкретные «эвристические» люди (ЭЧ) многочисленны, и все они как элементы процесса решения эвристической проблемы имеют свои особенности; создание единственного универсального ЭМ, который решал бы все ЭЗ данного ЭЧ, невозможно [19, Утверждение 27]; особенности отражаются через разнообразные ЭМ, и количество ЭМ со временем непрерывно растет [19, Утверждение 33];

б) ЭЗ решаются в условиях недостаточной информации, и изменение точки зрения на проблему часто является ключом к решению задачи; различные существующие и вновь созданные ЭМ рассматривают решение ЭЗ с разных точек зрения, что расширяет поле возможных решений, а вместе с этим и возможности ЭЧ для поиска ЭИ;

в) возможные решения одной ЭЗ теоретически составляют эвристическую бесконечность; тем не менее, по разным причинам часто данный ЭЧ не в состоянии найти хорошее решение/решения, используя данный метод.

г) одна ЭЗ может быть решена многими методами, каждый из которых не гарантирует нахождение решения; использование подходящего набора ЭМ является одной из возможностей для поиска набора ЭИ;

д) подходы к решению одной и той же ЭЗ могут быть самыми разными, и это создает возможность для различных результатов;

е) продолжительное использование одного и того же ЭМ одним и тем же ЭЧ приводит к его «шаблонному» применению, что сопровождается снижением его эффективности; с этой точки зрения можно рекомендовать периодическую смену используемых ЭМ;

ж) создание новых вариантов и поколений является естественным процессом развития любого объекта, а в данном случае объектом является ЭМ;

з) процесс создания ЭМ помогает осознать сущность конкретного ЭМ, а также других подобных, и способствует улучшению естественного интеллекта ЭЧ, благодаря которому осуществляется решение ЭЗ.

и) поиск идей может и скоро будет реализован с помощью AI, например, *Chatbot* (обычно в сотрудничестве с ЭЧ); задание AI алгоритма конкретного ЭМ, ЭЗ и объекта ориентирует поиск решений в определенное направление, т.е. решения будут соответствовать методу; новый ЭМ направит в новое направление;

к) человеческое мышление в значительной степени остается одной загадок из науки, и это относится и к человеческому воображению; это обстоятельство делает возможным и требует поиска в самых разных направлениях ЭМ, которые направляют сознание или подсознание.

Стоит отметить, что большое количество существующих методов (по некоторым данным, сотни) приводит к проблемам с их освоением и выбором. Одно решение – случайный выбор среди различных видов ЭМ (см. их классификацию, например, [18,22,39]), другое – предпочтение в зависимости от индивидуальных особенностей и предпочтений ЭЧ, третье – управление ресурсами – разные команды используют различные методы, выбранные целенаправленно, для решения одной и той же ЭЗ.

Одновременно следует подчеркнуть, что с одной стороны ЭМ не гарантируют нахождение решения, они направляют мышление, но не заменяют его; без знания ЭМ также можно решать ЭЗ, и это осуществляется благодаря естественным эвристическим инструментам, которыми обладает каждый *Homo Sapiens*; ЭМ значительно повышают возможности поиска решения, дают новую точку зрения на проблему, направляют поиск, но решение все равно находится/открывается человеком благодаря его естественным эвристическим инструментам и опыту, который он имеет. С другой стороны, неразумно и неоправданно, чтобы *Homo Sapiens* не использовал значительные возможности, предоставляемые ЭМ.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Эвристическая геометрия обладает неограниченными возможностями для поиска решений, так как является творческим объединением а) технологии с неограниченными эвристическими возможностями для решения задач с б) объектом, который является геометрией с неограниченным эвристическим потенциалом для проектирования ТО в условиях необъятного геометрического мира.

2. Абсолютное распространение геометрии – везде и во всем ([12], Утверждение 23) и уникальная технология являются предпосылкой для того, чтобы с помощью эвристической геометрии можно было осуществлять трансфер геометрических знаний от любого конструкта к ТО, а возможно и для трансфера таких знаний между конструктами.

3. Исключительные возможности AI, в том числе и в области эвристики, темп увеличения этих возможностей, а также замечательные качества эвристики требуют коллаборации естественного (ЕИ) и искусственного интеллекта и их превращения в общий/совместный интеллект (ЕИ<sup>+</sup> или AI<sup>+</sup>). Совместный интеллект ЕИ<sup>+</sup> – это вызов и новые возможности, а качественная совместная деятельность требует специализированных исследований и внедрений.

4. Характеристика эвристической геометрии, значительное количество ее утверждений (законы, закономерности, принципы и правила) и немалое количество путей для

проектирования эвристических методов создают основу для развития эвристической геометрии.

5. Множество утверждений (228 шт.) являются предпосылкой для создания базы данных и исследования возможностей для выявления новых утверждений, а предложенные пути поиска утверждений дополняют эти возможности. Утверждения содержательно объясняют область и направляют к методам решения ее задач.

6. Эвристическая геометрия является составной частью «Геометрии ТО», а также «Теории проектирования ТО».

7. Данное исследование, а также исследования в [7,12-14,23 и др.] могут служить ориентиром для возможной трансформации учебного содержания общеобразовательных графических дисциплин в технических вузах.

### Литература

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора- машиностроителя [Текст]. В 3 т. Т.1-3. / под ред. И.Н.Жестковой. – 9-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2006. – Т. 1. – 928 с., Т. 2. – 960 с., Т. 3. – 928 с.
2. Большая российская энциклопедия 2004-2017 [Электронный ресурс]: / Гл. Ред. С. Кравец. – URL: <https://old.bigenc.ru/> (дата обращения: 30.11.2024).
3. Большой психологический словарь [Электронный ресурс]: / RL: psychological.slovaronline.com (дата обращения: 30.11.2024).
4. Ганева Н. Основы на инженерното проектиране – ръководство за упражнения [Текст] / Н. Ганева, М. Лепаров, Г. Станчев. – С.: Софттрейд, 2019. – 185 с.
5. Иванов М.С. Техническое творчество: теория, методология, практика [Текст]: энцикл. Словарь-справочник / М.С. Иванов [и др.]; под ред. А.И Половинкина и В.В. Попова. – М.: Информ- система, 1995. – 410 с.
6. Лепаров М.Н. Вариантность на технически обекти [Текст] / М.Н. Лепаров // Сборник доклади от межд. научна конф. «Техника, технологии, образование» ICTTE 2014. – Ямбол. – 2014. – С. 33-40.
7. Лепаров М.Н. Геометрические преобразования сборочных единиц [Текст] / М.Н. Лепаров // Геометрия и графика. – 2016. – Т. 4. – № 3. – С. 62-72. – DOI: 10.12737/21535.
8. Лепаров М.Н. Мегаметод «Взаимствуване» за проектиране на техническите обекти [Текст] / М. Лепаров // Сборник доклади от межд. научна конф. «Техника, технологии, образование» ICTTE 2014. – Ямбол. – 2014. – С. 41-48.
9. Лепаров М.Н. Мегаметод «Модули» за създаване на евристични методи [Текст] / М. Лепаров // Сборник доклади от 20 международна научно-техн. конф. «Автоматизация на дискретното производство» АДП 2011. – Созопол. – 2011. – С. 81-86.
10. Лепаров М.Н. Метод «Картина» за решаване на евристични задачи [Текст] / М. Н. Лепаров // Българско списание за инженерно проектиране. – 2009. – бр. 2. – С. 20-26.
11. Лепаров М.Н. Някои основни твърдения за процеса на проектиране на технически обекти [Текст] / М.Н.Лепаров // Сборник доклади от 21 международна научно-техн. конф. «Автоматизация на дискретното производство» АДП 2012. – Созопол. – 2012. – С. 58-63.
12. Лепаров М.Н. О геометрии, еще один раз [Текст] / М.Н. Лепаров // Геометрия и графика. – 2022. – Т. 10. – № 1. – С. 3-13. – DOI: 10.12737/2308-4898-2022-10-1-3-13.
13. Лепаров М.Н. О геометрических основах проектирования технического объекта // Геометрия и графика. – 2023. – Т. 11. – № 4. – С. 3-14. – DOI: 10.12737/2308-4898-11-4-3-14.
14. Лепаров М.Н. О науке «Геометрия технических объектов» [Текст] / М.Н. Лепаров // Геометрия и графика. – 2019. – Т. 7. – №2. – С. 28-38. – DOI: 10.12737/article\_5d2c187251b6c8.21632403.

15. Лепаров М.Н. Операции над эвристични задачи, методы, идеи и технически обекти [Текст] / М.Н.Лепаров // Българско списание за инженерно проектиране. – 2014. – № 23. – С. 71-84.
16. Лепаров М.Н. Основи на инженерното проектиране [Текст] / М. Лепаров, М. Вичева, М.Георгиев. – 3-е изд., перераб. и доп. – София: Софттрейд, 2015. – 360 с.
17. Лепаров М.Н. Относно евристичните основи на проектирането на технически обекти – Част 1: Твърдения [Текст] / М. Лепаров // Автоматизация на дискретното производство. – 2024 (2). – С. 49-56.
18. Лепаров М.Н. Относно евристичните основи на проектирането на технически обекти – Част 2: Методи [Текст] / М. Лепаров // Автоматизация на дискретното производство. – 2024 (2). – С. 57-63.
19. Лепаров М.Н. Твърдения в теорията на евристичното проектиране [Текст] / М. Лепаров // Българско списание за инженерно проектиране. – 2010. – № 5. – С. 77-88.
20. Лепаров М.Н. Технология «Друга гледна точка» при проектиране на технически обект. Част 1: Твърдения [Текст] / М. Лепаров // Българско списание за инженерно проектиране. – 2023. – бр.46. – С.7-16.
21. Лепаров М.Н. Технология «Друга гледна точка» при проектиране на технически обект. Част 2: Методи [Тест] / М. Лепаров // Българско списание за инженерно проектиране. – 2023. – бр.46. – С.17-24.
22. Одрин В.М. Метод морфологического анализа технических систем [Текст] / В.М. Одрин. – М.: ВНИИПИ, 1989. – 312 с.
23. Половинкин А.И. Законы строения и развития техники [Текст] / А.И. Половинкин. – Волгоград: ВолгПИ, 1985. – 202 с.
24. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества [Текст] / А.И. Половинкин. – 7-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2022. – 364 с.
25. Попов М.Х. Терминологический словарь по технетике [Текст]: Ценологические исследования, Выпуск 42/ М.Х. Попов. – М.: Технетика, 2009. – 392 с.
26. Словарь по истории психологии [Электронный ресурс]: – URL: <https://slovar-po-istorii-psihologii.slovaronline.com/> (дата обращения: 30.10.2024).
27. Словарь литературоведческих терминов [Электронный ресурс]: – URL: <https://rus-literary-criticism.slovaronline.com/391-%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D1%8B> (дата обращения: 30.10.2024).
28. Смирнов С.В. Введение в философию: Краткий курс лекций [Текст] / С.В. Смирнов. – Елабуга: Изд-во филиала КФУ в г. Елабуга, 2013. – 81 с.
29. Философский словарь [Электронный ресурс]:- URL: [https://gufo.me/dict/philosophy\\_dict/%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C\\_%D0%98\\_%D0%A1%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0](https://gufo.me/dict/philosophy_dict/%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%98_%D0%A1%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0) (дата обращения: 30.10.2024).
30. Философский энциклопедический словарь [Текст] / гл. ред. Л.Ф. Ильичев. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 840 с.
31. Щербатых Ю.В. Общая психология [Текст] / Ю.В. Щербатых. – СПб.: Питер, 2008. – 272 с.
32. Эйнштейн А. Как изменить мир к лучшему, пер.с англ. [Текст] / А. Эйнштейн. – М.: Эксмо, 2013. – 272 с.
33. Encyclopedia of Creativity, 3rd Edition, Editors: Mark A. Runco, Steven R. Pritzker, Elsevier Inc., 2020. – 1514 p.
34. Leparov M. Method «Metaphors» to Resolve Creative Problems, Journal of International Scientific Publication: Materials, Methods & Technologies, Volume 5. – Part 2. – 2011. – pp. 137-147.
35. Osborn A.F. Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Thinking, 3rd Revised, New York, Charles Scribner's Sons, 1979. – 417 p.
36. Otto K., Wood K. Product Design. Tehniques in Engineering and New Product Development, NJ, Prentice Hall, 2001. – 1065p.

37. Pahl G., Beitz W., Feldhusen J., Grote K.H. Engineering Design. A Systematic Approach, Springer- Verlag Berlin, 2007. –617p.
38. Tomiyama T., Gu P., Jin Y., Lutters D., Kind C., Kimura F. Design methodologies: Industrial and educational applications. CIRP Annals –Manufacturing Technology, 2009, 58, pp. 543–565.
39. Zwicky F. The Morphological Approach to Discovery, Invention, Research and Construction, Berlin, Springer, 1967. – 276 p.