ОТНОСНО ЕВРИСТИЧНИТЕ ОСНОВИ НА ПРОЕКТИРАНЕ НА ТЕХНИЧЕСКИТЕ ОБЕКТИ. ЧАСТ 3: ЗАДАЧИ

Проф. д-р Михаил Лепаров

Технически университет- София

Резюме. Целта на настоящата работа е да очертае евристичните основи на проектирането на техническите обекти по отношение на евристичните задачи, явяващи се част от структурните елементи, участващи при решаването на евристични проблеми – технически обект, задача, метод, човек и идеи. Работата е продължение на други две публикации на автора, посветени съответно на твърдения и евристични методи в областта на евристичното проектиране. В изследването са представени 16 твърдения (обобщено понятие за закони, закономерности, принципи и правила) за евристични задачи, обосновани в среда от множество взаимосвързани евристични твърдения. Предложени са някои евристични принципи, изведени от част от твърденията. Разкрити са 27 на брой пътища за търсене на евристични задачи, на базата на които е възможно създаването на методи за търсене на задачи и са представени обобщено такива методи. Предложените изследвания са резултат на логичен анализ. Те могат да се използват в инженерната практика, както и при обучението на студенти в технически ВУЗ-ове.

Ключови думи: евристика, евристично проектиране, технически обект, евристични твърдения, евристични задачи

Приети съкращения: еИ- евристична идея, еЗ- евристична задача, еМ- евристичен метод, еЧ- „евристичен“ човек, ПП- процес на проектиране, СЕ- сглобена единица,ТО- технически обект, АІ- изкуствен интелект.

Заб.1. Префикс „е“, последван от главна буква, напр. еЗ, еМ и др. или префикс „е_“, последван от малка буква, напр. е_връзка, е_безкрайност и др. означава „евристичен“.

Заб.2. Тези съкращения се използват за ед. и мн. число на съответните термини.

1. Въведение

В част 1 (Лепаров 2024а) и част 2 (Лепаров 2024б) са разгледани евристичните основи (е_основи) на проектирането по отношение съответно на Твърдения (закони, закономерности,

принципи и правила) и Методи. Към евристичните основи на проектирането може да се предложи и се причисли и науката/ частта „Евристична геометрия“, която според автора може се дефинира като всяка геометрия, независимо от нейния вид, свойства и начин на представяне, която участва в явна или скрита форма при решаването на евристична задача или се явява резултат на решението на евристична задача. Обект на е_геометрия е евристичното геометрично проектиране, а нейният предмет- определение на геометрията на технически обект.

Целта на настоящата работа е да очертае евристичните основи на проектирането на техническите обекти (ТО) по отношение на евристичните задачи (еЗ), явяващи се част от структурените елементи, участващи при решаването на евристични проблеми (Лепаров 2024а) - ТО, задача (еЗ), метод (еМ), човек (еЧ) и идеи (еИ).

Разкриване на задачи, поставяне на задачи за решаване, проектиране на задачи е съществена творческа дейност. Тя е от особено значение за научния работник, тя е важна за всеки човек, който участва в творчески процес. Осъзнаване на наличие на проблем (съществуващ или приет с цел намиране на по- добър вариант на даден обект) само по себе си е първостепенен въпрос, тъй като чрез него става възможно: а) поставянето на задача и б) стартиране процеса на неговото разрешаване. Формулирането на еЗ канализира мисленето и дава възможни насоки за анализ за търсене на еИ. Търсенето и поставянето на задачи е важна черта за всеки изследовател, за всеки участник в процеса на проектиране (ПП) на ТО, за всеки студент, обучаван в творческа дейност.

2. Твърдения

„Твърдение” в настоящата работа се приема като обобщаващ и заместващ термините „закон”, „закономерност”, „принцип” и „правило”. Обосновка за това приемане е направена в (Лепаров 2023б). В една част от твърденията, дадени по- долу, се използва понятието **безкрайност**, която е общоприетото в математиката понятие за безкрайност. В друга част се използва понятието **евристична безкрайност** (Лепаров 2010б), под което се разбира съвкупност от елементи, чийто брой е голямо число (за голямо е прието числото 100 000), а в трета част- **практическа безкрайност**, под която се разбира толкова голяма съвкупност от елементи, чийто брой е крайно число, но много по-голям от този на евристичната безкрайност, толкова голям, че практически може да се счита за безкраен.

Твърдение 1

Всяка задача може да бъде решена и по друг начин/метод.

(задачата е евристична) Основание: Съгласно (Лепаров 2010б, Твърдение 18) всяка правилна еЗ (правилна е задачата, която не противоречи на установените закони и закономерности) може да се реши и по друг начин (метод).

(задачата е неевристична) Основание: Всяка неевристична задача може да бъде обявена за евристична. Тъй като за невристичната задача съществува метод за решение, то тя е решима, което от своя страна означава, че евристичната задача е правилна. За всяка правилна еЗ важи (Лепаров 2010б, Твърдение 18), разгледано по- горе.

Твърдение 2 (Лепаров 2023б, Твърдение 20).

Решаването на задачи, вкл. и евристични задачи, се основава на търсене на връзки.

Твърдение 3 (Лепаров 2010б, Твърдение 17)

От всяка еЗ може да се получи нова еЗ.

Твърдение 4

Всяка учебна задача може да реализира две цели: основна - усвояване и/или контрол на усвояването на учебен материал (за обучаемия: усвояване на метод и методология на решаване на клас задачи, затвърждаване на знания и умения, подготовка за приложение на задачата в практиката; за обучаващия или самообучаващия: управление/контролиране на процеса на обучение); **допълнителна- реализиране на допълнително, извън основното, обучение или проверка на допълнително знание.** Основание: Първата цел е очевидна- това е предназначението на всяка учебна задача. Втората цел реализира допълнително обучение (или проверка на допълнителни знания) в прието направление, напр. конкретни факти за обекта, елементи на: теория на проектиране, ТО, теория на евристиката, еМ, еЗ, еИ, еЧ, елементи на жизнен цикъл, описания, характеристики, основни идеи, функции, структура, закони, закономерности и принципи, терминология и др. (конкретни или теоретични знания).

Типичен пример за основна цел- математична задача и допълнителна цел- представяне на исторически и др. събития в математичната задача, представлява (Ботев 2024).

Твърдение 5

Формите (начините) на представяне на всяка еЗ съставят е_безкрайност.

Твърдението може да се разглежда от две гл.т.: гл.т.1) една и съща еЗ с един и същ ТО и гл.т.2) една и съща еЗ с различни ТО.

(Гл.т.1): Основание 1: Всяка еЗ може да се проведе във вид на всяка игра (Твърдение 10), а броят на игрите съставят практическа безкрайност (Твърдение 14). Всяка игра може да се

приеме за форма/ начин на представяне на еЗ. Основание 2: Всеки ТО може да се представи с множество описания; за някои видове описания вж. (Лепаров 2022). Задачата „Да се намерят възможните описания на ТО“ е правилна еЗ, а съгласно Твърдение 49 на (Лепаров 2010б) решенията за всяка правилна еЗ съставят е_безкрайност. Всяко описание от тази е_безкрайност се явява форма/начин на представяне на еЗ. Основание 3: Към всяка еЗ може да се предложи клас обекти, които да служат за донор при търсене на решение. Броят на класовете ТО съставя е_безкрайност (вж. Основание 1 на гл.т.2), а съгласно Твърдение 16 на (Лепаров, М., 2023а) всеки ТО може да бъде използван като отправна точка за проектирането на геометрията на всеки друг ТО.

(Гл.т.2): Основание 1: В 80-те години на миналия век броят на класовете ТО (Половинкин 2024) се е оценявало приблизително на 50 000 при среден брой на различните детайли в най- сложните сглобени единици (СЕ) - 10 000, а в съответствие с (Половинкин 1985, хипотеза на закона а нарастване на разнообразието на ТО) разнообразието на ТО в техносферата на света, страната или на отрасъл,...във времето нараства монотонно и ускорено по експоненциална крива. Като се отчита статистиката на нарастването на ТО в историята на човечеството, посочена в (Половинкин 2024), може да се твърди, че към момента класовете ТО съставят е_безкрайност. Използването на една и съща еЗ, представена в обобщени термини, към всеки клас ТО, потвърждава Твърдение 5. Основания 2-4: Ако всяко от основания 1-3 от гл.т.1 се допълни към Основание 1 на гл.т.2, то тогава начините на представяне на еЗ ще съставят практическа безкрайност.

Допълнително основание: Към всяко от горните основания на Твърдението може да се присъедини като допълващо и основанието: Всяка еЗ може да се представи: а) чрез различни думи- с по-общи думи (хипероними) или по- конкретни такива (хипоними); б) със синонимни или сродни думи; по-подробно или по- съкратено описание; в) по- строго (научно) или по-опростено изложение; г) ясно или недостатъчно ясно (с цел насочване към рискови от гл.т. на успех, но заслужаващи си при успех решения); д) чрез „екстремен“ вариант на последния вид представяне- погрешно такова (с или без обявяване на грешката); е) чрез всяко от горните представяния или в различни техни комбинации.

Заб. Различните основания за Твърдение 5, както и за останалите твърдения, представят различна гл.т. за него и разкриват разнообразни възможности за неговото практическо използване.

Твърдение 6

Всяка учебна еЗ може да се модифицира- по отношение на основна цел- и/или по отношение на допълнителна цел. Основание 1: (по отношение на основната цел) Съгласно Твърдение 5 на (Лепаров 2010б) модификациите на евристичен обект, а в случая той е еЗ, съставят е_безкрайност; (по отношение на допълнителната цел)- допълнителната цел обхваща

цялото знание на теорията на проектиране, а последната се състои от голямо множество възможни единици знание. Основание 2: Всяка еЗ може да се представи чрез множество форми (Твърдение 5), а всяка форма подпомага както решаване на еЗ, така и обучението в нейното решаване.

Твърдение 7

Всяка задача от ПП пряко или косвено е свързана с геометрия. Основание 1: Съгласно Твърдение 8 на (Лепаров 2023а) всяка дейност в процеса на проектиране на ТО е свързана пряко или косвено с геометрия, а всяка дейност пък е предпоставена от дефинирана задача.

Твърдение 8

Липсата на решение (или на добро решение) изисква промяна на: еЗ. или на еМ, или на еЧ, или на еИ, или на ТО, или на тяхна комбинация. Основание: Елементите на процеса на решаване на е_проблем по (Лепаров 2024а, форм.1) са ТО, еЗ, еМ, еЧ и еИ. За всички елементи съществуват множество варианти, които варианти са възможни за конкретния проблем, поради което се явяват възможни променливи. Промяната на някой от елементите поражда нови възможности за намиране на решение.

Някои възможности за промени са:

- еЗ: чрез операции над еЗ, методи за проектиране на еЗ (т.4), пътища за разкриване на еЗ (т.3),
- еМ: чрез смяна на еМ (Лепаров 2024б), операции над еМ (Лепаров 2014),
- еЧ: чрез смяна на еЧ; използване на друг тим от еЧ,
- еИ: чрез операции над еИ (Лепаров 2014),
- ТО: чрез геометрични преобразования (Лепаров 2016а), операции над ТО (Лепаров 2014).

Твърдение 9 (Лепаров 2010б, Твърдение 12)

Броят на еЗ на даден е_проблем е голямо число (образуват е_безкрайност). Допълнително основание: Броят на решенията на еЗ съставят е_безкрайност (Лепаров 2010б, Твърдение 49). Всяко решение има своя специфика, която в някаква степен може да бъде отразена в еЗ, от което следва, че всички еЗ на даден е_проблем ще съставят е_безкрайност.

Заб. В процеса на съставяне на еЗ решенията още не са известни, поради което точното формулиране на задачата от гл.т. на особености на решението не е възможно. Стойността на това твърдение се състои в теоретичното обосноваване на съществуването на значително количество

възможни еЗ, което позволява част от тях да съдържат хипотетични елементи, които да се вземат предвид или да се игнорират при решането на задачите. Тези елементи насочват еЧ в търсенето на еИ на проблема.

Твърдение 10

Решаването на всяка еЗ може да се проведе във вид на игра. Основание 1: Играта представлява организация на решаването на задача, тя не е метод за решаване, не е същност, не е съдържание на процеса, а е само форма на неговото представяне. Основание 2: Всяка задача може да се решава във вид на състезание, а това я превръща в игра.

Твърдение 11

Решаването на всяка еЗ може да се проведе чрез използване на всяка съществуваща игра. Основание 1: Всяка игра (умствена, физическа, виртуална, др.) се състои задължително от правила, на базата на които се провежда, обикновено включва материална база (принадлежащи й материални обекти), участници и цел на играта. Като част от което и да е правило или като допълнително правило може да се включи „Да се реши част или цяла еЗ“. Основание 2: Съгласно Твърдение 48 на (Лепаров 2010б) всеки елемент (обобщаващо понятие за ТО, произволен обект, процес, ситуация, ефект, функция, ресурс и др.) може да бъде основа (отправна точка) за търсене на решение на евристична задача, а многото елементи в една игра дават множество различни възможности. Евристичен метод за използване на произволна игра за решаване на еЗ е даден в (Лепаров 2008). Основание 3: Всяка игра може да се промени, така че да се включи решаването по някакъв метод/методи на еЗ. Това заключение следва от Твърдение 6 на (Лепаров 2010б), съгласно което всеки елемент (обобщаващо понятие за произволна дума/термин) може да се промени. Основание 4: Задачата „Как да се използва дадена игра за решаване на еЗ“ е правилна задача и като такава е решима евристична задача чрез съответни еМ. Основание 5: Разработените от автора значителен брой инженерни игри, макар и в ограничена степен, практически потвърждават твърдението. Някои от игрите са обобщени в т.5.

Заб. 1. За да се използва всяка игра, към всяка задача трябва и играта и задачата подходящо да се приспособят една към друга.

Заб. 2. Създаването на специални игри, които са проектирани само за решаването на еЗ, е една реална и решима задача.

Твърдение 12

Всяка игра притежава евристичен потенциал. Основание 1: Настоящото твърдение е перифраза на Твърдение 11**.** Основание 2: Материалната база на играта, тази на околната среда и на играчите, комуникацията между играчите, между присъствашите хора и др. може да се

използва за решаването на задачата- съгласно Твърдение 48 на (Лепаров 2010б) всеки елемент (обобщаващо понятие за произволен обект) може да бъде основа (отправна точка) за търсене на решение на еЗ.

Необятният свят на игрите съдържа големи възможности за решаване на еЗ в забавна форма.

Твърдение 13

Всяка игра, за която еЧ притежава необходимите знания и умения за участие, може да се използва за решаването на еЗ (реална или учебна). Основание: Твърдението е следствие от Твърдение 11, като се отчитат необходими условия за участниците в играта.

Твърдение 14

Броят на игрите е практически безкрайно голям. Основание 1: Съгласно Твърдение 15 всяка игра може да се модифицира, а броят на модификациите съставят е_безкрайност. Всяка модификация може да се счита за нова игра, защото се различава от изходната такава. Множеството съществуващи игри и техните модификации съставят практическа безкрайност. Основание 2: Всеки обект може да служи за основа за игра, защото еЗ „Да се състави игра, включваща този обект“ е правилна еЗ и следователно съгласно Твърдение 11 на (Лепаров 2010б) всяка правилна еЗ е решима задача. Обектът може да е част от материалната база и/или правилата и/или целта на играта. Тъй като броят на видовете реални обекти е безкрайно голям (Лепаров 2022б, Твърдение 21), то и броят на игрите е безкрайно голям. Основание 3: Във всяка държава съществуват множество местни игри- оригинални или приспособени; във всяка държава във времето игрите се увеличават; някои от тях се променят, други отпадат, появяват се нови. Всяко ново поколение използва и нови игри, всяко дете си измисля множество свои варианти на игри в зависимост от особеностите на околната среда. Тук може да се отбележи настоящият темп на нарастване на компютърните игри, както и темпът на промяна на технологиите, а с тях и появата на нови игри. Очевидно съвкупността от всички игри на всички държави в течение на историята на човечеството представлява огромно множество, практически безкрайно голямо. Основание 4: Във всяка изходна игра може да се промени, замени, отмени правило или да се добави ново правило; същото се отнася и за елементи от материалната база, участниците и целите. Тази възможност важи и за получените нови игри от изходната игра и т.н. Примери за промяна на игра са дадени в (Лепаров, Вичева, Георгиев 2015, метод „Отрицание на признаци“). Множеството съществуващи игри и множеството верижни възможности за тяхната промяна потвърждават твърдението. Основание 5: Ако правилата на всички игри (или голяма част от тях) се съберат в списък и се направят комбинации от определен брой правила, ще се получат практически неограничен брой комбинации. Всяка комбинация може да се коригира от несъответствия като се реши еЗ „От комбинацията да се проектира игра“.

Твърдение 15

Всяка игра може да се промени, а броят на вариантите й съставят е_безкрайност. Основание: Това твърдение е следствие на Твърдение 5 на (Лепаров 2010б), съгласно което модификациите на е_обект съставят е_безкрайност (броят им е голямо число), като под е_обект се разбира обектът на изследване на евристичната дейност, а в случая той е „игра“.

Твърдение 16

Върху всяка игра може да се приложат операциите „Модификация на е_обект“, „Трансформация на е_обект“ и „Мултипликация на е_обект“ с цел търсене на нейни варианти. Основание: Трите операции са разгледани в (Лепаров 2014) и се отнасят до обектите еМ, еЗ, еИ, ТО и др., като всяка от тях е придружена от еМ за нейното приложение. Анализът на алгоритмите на всеки от методите, по които се прилагат трите операции показва, че тези методи могат да се прилагат към всеки обект, чието описание е текстово. Тъй като всяка игра се придружава от текстово описание, тя отговаря на това условие и следователно търсенето на варианти на играта може да стане чрез методите на трите операции.

За отбелязване е, че:

- при колективната игра освен решаване на еЗ по приятен начин, е налице и подсъзнателно усвояване от всеки участник на част от евристичния опит на останалите членове на тима, както и в някава степен неосъзнато присъстват елементи на мозъчна атака;

- самата игра се променя от въвеждането на еЗ и се преобразува в модификация на оригиналния вариант.

В (Иванов и др. 1995) игровият принцип се определя като субективен закон на творчеството и чрез него се реализира обучение в творчество.

Някои други твърдения, имащи пряко отношение към разглежданата тема са предложени и обосновани в: (Лепаров 2012)- 6 бр. интерпретирани ,твърдения от (Лепаров 2010б) , (Лепаров 2010б)- 16 бр., (Лепаров 2023б)- 1 бр., (Лепаров 2024а)- 1 бр.

Евристични принципи за еЗ

Някои е_принципи, свързани с еЗ и извлечени от Твърденията за еЗ са:

1. Осъзнаването на наличието на реален или възможен проблем, който изисква решение, е от първостепенно значение за стартиране и разрешаване на проблемна ситуация.

2. Всеки проблем може да се дефинира чрез множество равностойни задачи за неговото решаване.

3. Всяка еЗ може да се реши чрез множество равностойни еМ.

4. Всяка правилна еЗ има решение и то е едно от многото други решения.

5. Намирането на всички решения на еЗ е невъзможно.

Характеристика на еЗ

Дефинирането и сравнение на свойствата на евристична и неевристична задачи е представено в (Лепаров, Вичева, Георгиев 2015).

3. Пътища за разкриване на еЗ

Анализ на множество еЗ и създаваните хипотези за тяхно възможно изграждане позволява да се предложат следните възможни пътища за създаване на нови еЗ:

1. Обобщаване на решавани задачи в практиката на ПП на ТО.

2. Аналогия с други съществуващи задачи.

3. Систематизация по различни класификационни признаци на съществуващите еЗ и търсене по тях на нови еЗ чрез еМ „Морфологичен анализ и синтез“ (Лепаров, Вичева, Георгиев 2015) и (Zwicky 1969).

4. Класифициране на ПП и анализ на всеки елемент от класификацията по отношение на еЗ.

5. Трансфериране на задачи, свързани с „проектиране” в произволна дейност („проектиране” в смисъл на „създаване на нещо ново“ съществува във всяка човешка дейност).

6. Промяна на реализацията на елементите на описанията на ТО са възможни еЗ.

7. Както 6, но вместо описание на ТО се използва Техническо описание (информация за устройството на изделието, принципът на действието му, техническите характеристики и др).

8. Математичен подход при наличие на функционални зависимости, описващи ТО или част от него, т.е. формулиране на еЗ по аналогия с математическите такива.

9. Съществуващите еМ са предназначени за решаване на опеделени задачи, ето защо анализът на тези методи е път за разкриване на еЗ.

10. Използване на съществуващи еЗ за промяна на други съществуващи еЗ.

11. Създаване на еЗ по известно решение.

12. Разработване на противоположен в някакво отношение вариант на съществуваща еЗ.

13. Създаване и разкриване на мегазадачи (*под мегазадача се разбира еЗ, на базата на която могат да бъдат създадени фамилия от еЗ*).

14. Класификация на пътищата на еЗ и търсене по еМ „Морфологичен анализ и синтез“на нови пътища.

15. Декомпозиране на еЗ на няколко подзадачи.

16. Обединяване на няколко еЗ на един ТО.

17. Извършване на операции над изходна еЗ (Лепаров 2014).

18. Проектиране на специални евристични методи за търсене на еЗ.

19. Промяна на съществуваща еЗ, напр. чрез отстраняване на част от съществена информация от нея и поставяне на задание на непознаващ задачата тим да я доразвие, т.е. да възстанови по нов начин липсващата информация.

20. Обратно инженерство (*Reverse engineering*) - преоткриване и възстановяване (реконструиране) на неясни или липсващи елементи от ТО или от ПП на ТО. Част от информацията се задава, останалата се търси.

21. Съставяне на задачи при проектиране при ограничени ресурси (време, средства, материали, технологии, хора, инструменти, др.).

22. Съставяне на еЗ за разкриване на съзнателно допусната погрешна информация в модел на ТО.

23. Чрез съществуващ еМ да се решава проблема „Търсене на нов вид задача“.

24. Съставяне/систематизиране на различни дефиниции на ТО и конструиране на еЗ за промяна на елемент от тях.

25. Търсене на гл.т. върху ТО, а по гл.т. да се формулира еЗ. Въпросът за гл.т. е обсъждан в (Лепаров 2023б) и (Лепаров 2023 в).

26. Използване на AI самостоятелно или в допълнение на еЧ за всеки от пътищата.

27. Комбинация на пътища от по- горе.

За отбелязване е, че при проектиране на еЗ са налице два аспекта на процеса: а) проектиране на еЗ от преподавател за обучение на студент за ПП; б) проектиране на еЗ от студент или професионалист като част от евристично обучение или част от практическа дейност, отнасящи се до ПП на ТО.

Класификация на част от еЗ, отнасящи се до ПП на ТО е направена в (Лепаров 2004а).

4. Методи за проектиране на еЗ

В (Лепаров 2010в) се изяснява структурата на евристична техническа задача от изследователски тип и се предлага начин за нейното моделиране с цел търсене на варианти на задачата. Предложен е еМ за използване на операцията „Трансформация на еЗ“ за търсене на варианти на еЗ като се използват модули: „Различна степен на конкретност“, „Синоними и сродни думи“, „Размяна на места на думите“, „Метафори“, „Символи“ и „Др. вид включвания“.

В (Лепаров 2010а) са разработени методите „Анализ на съществуващи теми” и „Връзки” за търсене на научно- изследователски задачи и метод „Нетворчески” дейности” за търсене на творчески задачи в дейности, считани за нетворчески. Научно- изследователски еЗ за науката „Геометрия на ТО“ са представени в (Лепаров 2019).

Методите за реализирането на всяка операция над еЗ (модификация, трансформация, мултипликация), дадени в (Лепаров 2014), представляват еМ за търсене на варианти на еЗ.

В (Лепаров 2004б) са формирани модули: „Премахване на атрибутивни черти“, „Нов вид-идея-решение“, „Недостатъци“, „Добавяне на признак“, „Анализ на процес“ и „Фокусни обекти“, а в (Лепаров, Вичева, Георгиев 2015) еМ „Защо?“, чрез които се търсят възможни еЗ на един и същи е_проблем.

Методът „Декомпозиция на задача”, предназначен за концептуално .проектиране на ново изделие е предложен в (Лепаров 2016б). Разкриването на функциите на съставните части на изделието се извършва чрез декомпозиране на главната му функция на общи функции, а с това се декомпозира задачата на проектиране на множество задачи от по-ниско ниво.

Всички систематизирани по- горе еМ са представени чрез евристичен алгоритъм и са онагледени чрез примери. Методите могат да се използуват в указаните дейности в областта на теория на проектирането на ТО.

Класификация на видовете проектирания на ТО е направена в (Лепаров, Вичева, Георгиев 2015), (Otto, Wood 2000), (Pahl, Beitz, Feldhusen, Grote, 2007) и др., а систематизация на етапите на жизнения цикъл на ТО- в (Лепаров, Вичева, Георгиев 2015). Всички те се явяват и видове задачи в теорията на проектирането на ТО.

Някои универсални еЗ за произволен ТО или част от него са:

Да се усъвършенства*...(наименованието на ТО или негова част)*

Да се определят и използват свободните ресурси (празни пространства, неизползвани: повърхнини, свойства, материал, параметри и др.) на ...

Да се модифицира...

Да се анализират проблемите в жизнения цикъл на...

Да се търси нов външен вид на...

Да се търси допълнитена функция на...

Да се търси друга реализация на функцията... на...

Да се намери вариант на всеки елемент от.... *(Чертеж на общия вид, Сборен чертеж, Всеки друг вид чертеж или схема, Всяко описание на ТО и др.)*

Да се намери друго решение на... *(ТО/проблем)*

Една интересна еЗ най- общо може да бъде формулирана като „Да се използва проблем на ТО за усъвършенстване на същия ТО или на друг ТО, т.е. да се търси не решение на проблема, а да се търси полезно приложение (използване) на проблема, при което се извършва *преобразуване на проблем във възможност*“. Така дадена еЗ на изходен проблем вместо да се решава се трансформира в съвсем различна еЗ, описана по- горе. Решаването на този тип задачи може да се извършва с универсалните еМ или със специално създадени такива.

5. Евристични игри

Някои единици знания, които могат да служат като елемент от еЗ, включена в „инженерна игра“ са:

-съединения;

-детайли;

-сглобени единици;

-инженерни ефекти;

-недостатъци на ТО; ТО=СЕ или детайл;

-свободни ресурси на ТО;

-друго приложение на ТО;

-модификация на ТО;

-приложение на непотребен ТО;

-силов анализ;

-преформулиране на проблем;

-съставяне на задача;

-получаване на СЕ по зададени детайли;

-приложение на конкретен евристичен метод;

-търсене на проблем;

-опростяване на ТО;

-описване на принципа на работа на ТО;

-описание на съставните части на ТО;

-описание на главната функция на ТО;

-описание на основните функции на ТО;

-описание на физическия принцип на дей

ствие на ТО;

-различни начини на реализация на една функция;

-кинематични двойки;

-функции на детайли;

-функции на всяка повърхнина на детайл и

-др.

Примери за някои задачи и игри*- (компютърен или ръчен, или комбиниран вариант)*

1. *Карти.* На всяка карта е изобразен детайл (СЕ) или поток. Целта е от част или всички налични карти да се получи СЕ с някакво функционално предназначение.

2. *Карти (белот).* На всяка карта е изобразен детайл, като са запазени знаците, характерни за карти. Играта се изпълнява по правилата за белот като допълнително се спазват и правилата: а) налице е терца ако три детайла образуват функционална СЕ; 50- при четири детайла, образуващи СЕ и т.н. б) при наличие на карти на масата, те се взимат от този от играчите, който пръв състави СЕ и представи главната й функция.

3. *Зарчета*. Използуват се 6 зарчета, като на страните на едно от тях са дадени наименованията на СЕ (случайни или не); на страните на друго- случайни прилагателни; на трето- случайни съществителни; на четвърто- случайни глаголи; на пето- случайни предлози; на

шесто- въпросителни местоимения. Целта е чрез комбинации на думите от различни зарчета да се търсят нови функции или нов външен вид, или принцип на действие на някоя от СЕ. Чрез зарчетата се реализира метода „Фокусни обекти“ (Лепаров, Вичева, Георгиев 2015).

Вариант**:** вместо зарчета се използва кубчето на Рубик.

4. *Шах*. На дъното на всяка шахматна фигура се залепва листче с наименование от списък от ТО (ТО1). На всяко поле от шахматната дъска е дадено наименование на ТО от същия или от друг списък (ТО2). Фигура може да се премести на дадено поле освен по правилата на шахматната игра и при условие, че играчът предложи начин (вербално или чрез скициране) на приложение на ТО1 в ТО2- чрез части, свойства, функции, външен вид, материал, съединеня и др.

5. *Дама.* На всяко поле на дамата е дадено наименование на ТО. Фигура може да се премести освен по правилата на играта и при условие, че играчът открие и недостатък на ТО, посочен на съответното поле.

6. *Домино*. На всяко блокче са изобразени схематично два детайла, всеки от които е в самостоятелно поле. Целта на играта е да се получи мислено СЕ с някакво предназначение като се използуват детайлите от блокчетата. Подреждането на блокчетата е в съответствие с тази цел.

7. Не се сърди човече. В квадратчетата, по които се движат пионките, са изписани номерата на детайлите на избрана СЕ, а на екран на компютър се изобразява сборен чертеж или чертеж на общия вид на тази СЕ. Фигура може да се премести от поле с номер Х на поле с номер У освен по правилата на играта и при условие, че играчът правилно определи пътя на сила, която влиза в дет.Х и излиза от дет.У.

8. *Часовник*. За къс период от време, напр.30 сек да се направи модификация на СЕ по аналогия с друга, зададена СЕ.

Заб. Перспективно е проектирането и програмирането на компютърни игри, част от ходовете на които изискват приложение на елемент от ПП на ТО.

В (Лепаров, Калчева 2003) е предложен еМ “Игра”. Разработен е общ алгоритъм на метода, а като пример са дадени правилата за игра „Карти“ при еЗ „Модификация на СЕ“ (на всяка карта е изобразен схематично детайл или поток). Играта е използвана тестово в дисциплината „Методология на проектирането“ в МФ на ТУ-София.

Изводи

1. Умението да се разкрие и постави задача за решаване е съществена характеристика на всеки творец, съществена характеристика за всеки инженер. Ето защо обучението по намиране на еЗ е важна част от усвояване на ПП на ТО.

2. Осъзнаването на проблем (реално съществуващ или приет), има ключово значение за творческа дейност.

3. Твърденията (закони, закономерности, принципи и правила) за обекта „еЗ“ позволяват от една страна да се разбере в дълбочина този обект, очертават научно същността му и показват начини за неговото използване или проектиране, а от друга страна те служат като база за неговото развитие във времето.

4. Игровата форма може да се използва както в учебен процес, така и в практиката на реалното проектиране.

5. Всяка игра може да се използва за основа за решение на всяка еЗ. Игрите позволяват решаването на еЗ по забавен начин.

6. Резултатите от изследването могат да се включат в инженерната практика, както и при обучението на студенти от технически ВУЗ-ове. Те може да се използват по аналогия и за еЗ, които не се отнасят за ПП на ТО, а за произволна област.

ЛИТЕРАТУРА

Ботев, Х., 2024. *Учебник по математика.* София: Българска история – БИ 93. ISBN 978-619-7688-33-7.

Иванов, М. и др. 1995. *Техническое творчество: теория, методология, практика.* Энц. словарь. Под ред. А.И.Половинкина и В.В.Попова. Москва: ИНФОРМ-СИСТЕМА. ISBN 5-88439-006-8.

Лепаров, М.; Калчева, С., 2003. По въпроса за евристичните методи. *Научни трудове на Русенския университет*, Том 42, , серия 5.2**,** с. 130–134, ISSN 1311-3321.

Лепаров, М., 2004а. *Относно видовете евристични задачи и решения*. *Сборник доклади от VI межд. симпозиум „Техномат 2004 Материали, методи и технологии”,* Бургас, т.2, с. 120– 130.

Лепаров, М., 2004б. *Методи за търсене на евристични задачи*, 13 нац. научно-техн. конф. „Автоматизация на дискретното производство” АДП 2004, Созопол. *Научни известия на научно-техническия съюз по машиностроене*, год.11, с. 84-–90. ISSN - 1310-3946.

Лепаров, М., 2008. *"Ежедневни" аналогии за решаване на евристични задачи*, 17 нац. научно-техн. конф. с межд. участие „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2008, Семково. *Научни известия на Научно-техническия съюз по машиностроене*, год.: 15, номер 5 = 106, с.54–60. ISSN: 1310-3946.

Лепаров, М., 2010а. *По въпроса за търсене на евристични задачи*. *Сборник доклади от XII межд. симпозиум „Техномат и Инфотел' 2010. Материали, методи и технологии*". Бургас, с. 131– 136. ISSN1310-3946.

Лепаров, М., 2010б. Твърдения в теорията на евристичното проектиране. *Българско списание за инженерно проектиране,* бр. 5, с. 77– 88. ISSN 1313-7530.

Лепаров, М., 2010в. Моделиране на евристични задачи. *Българско списание за инженерно проектиране*, бр. 4, с. 74– 84. ISSN 1313-7530.

Лепаров, М., 2012. *Някои основни твърдения за процеса на проектиране на технически обекти,* 21 межд. научно-техн. конф. „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2012, Созопол. *Научни известия на научно-техническия съюз по машиностроене*, година 20, бр. 3/132, с. 58– 63. ISSN: 1310-3946.

Лепаров, М., 2014. Операции над евристични задачи, методи, идеи и технически обекти. *Българско списание за инженерно проектиране*, бр. 23, с.71– 84. ISSN 1313-7530.

Лепаров, М.**;** Вичева, М.; Георгиев, М., 2015. *Основи на инженерното проектиране*. *3 изд., прераб. и доп*. София: Софттрейд. ISBN 978-954-334-082-8.

Лепаров, М., 2016а. Геометрические преобразования сборочных единиц. *Геометрия и графика,* № 3, с. 62– 72. DOI: https://doi.org/10.12737/21535.

Лепаров, М., 2016б. *Относно проектирането на технически обекти*. Сборник доклади от 25 межд. научно-техн. конф. „Автоматизация на дискретното производство" АДП 2016, Созопол. *Научни известия на научно-техническия съюз по машиностроене*, бр.14/200, с. 61– 67. ISSN**:** 1310-3946.

Лепаров, М., 2019. О науке "Геометрия технических объектов". *Геометрия и графика*, №. 2, с. 28– 38. DOI: https://doi.org/10.12737/article_5d2c187251b6c8.21632403.

Лепаров, М., 2022а. Технология „Систематизация на елемент" за проектиране на технически обект. *Българско списание за инженерно проектиране*, бр. 45, с. 11– 18. ISSN 1313-7530.

Лепаров, М., 2022б. О геометрии, еще один раз. *Геометрия и графика*, №. 1, с. 3–13. DOI: https://doi.org/10.12737/2308-4898-2022-10-1-3-13.

Лепаров, М., 2023а. О геометрических основах проектирования технического объекта. *Геометрия и графика*, №. 4, с. 3– 14. DOI: https://doi.org/10.12737/2308-4898-2024-11-4-3-14.

Лепаров, М., 2023б. Технология „Друга гледна точка" при проектиране на технически обект. Част 1: Твърдения. *Българско списание за инженерно проектиране*, бр. 46, с. 7–16. ISSN 1313-7530.

Лепаров, М., 2023в. Технология „Друга гледна точка" при проектиране на технически обект. Част 2: Методи. *Българско списание за инженерно проектиране*, бр.46, с. 17– 24. ISSN 1313-7530.

Лепаров, М., 2024а. Относно евристичните основи на проектиране на техническите обекти. Част 1: Твърдения, *Автоматизация на дискретното производство*, бр.7, с.49– 56. ISSN: 2682-9584.

Лепаров, М., 2024б. Относно евристичните основи на проектиране на техническите обекти. Част 2: Методи, *Автоматизация на дискретното производство*, бр.7, с.57– 63. ISSN: 2682-9584.

Половинкин, А., 1985. *Законы строения и развития техники.* Волгоград: ВолгПИ.

Половинкин, А., 2024. *Основы инженерного творчества.* 9-то изд., стереотипно. Санкт-Петербург: Лань. ISBN 978-5-507-48775-2.

Otto, K.; Wood, K. 2000. *Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. ISBN 0-13-021271-7.

Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. & Grote, K. 2007. *Engineering Design: A Systematic Approach*. 3rd ed. London: Springer-Verlag. ISBN 978-1-84628-318-5.

Zwicky, F., 1969. *Discovery, Invention, Research Through the Morphological Approach***. New York: Macmillan. ISBN 111424306X.**

REFERENCES

Botev, H., 2024. *Uchebnik po matematika*. Sofia: Balgarska istoriya – BI 93. ISBN 978-619-7688-33-7.

Ivanov, M. i dr., 1995. *Tekhnicheskoe tvorchestvo: teoriya, metodologiya, praktika*. Ents. slovar. Pod red. A.I. Polovinkina i V.V. Popova. Moskva: INFORM-SISTEMA [in Russian]. ISBN 5- 88439- 006-8.

Leparov, M.; Kalcheva, S., 2003. Po vaprosa za evristichnite metodi*. Nauchni trudove na Rusenskiya universitet*, Tom 42, seriya 5.2, s. 130–134. ISSN 1311-3321.

Leparov, M., 2004a. *Otnosno vidovete evristichni zadachi i resheniya. Sbornik dokladi ot VI mezhdunaroden simpozium „Tehnomat 2004 Materiali, metodi i tehnologii*", Burgas, t.2, s. 120–130.

Leparov, M., 2004b. *Metodi za tarsene na evristichni zadachi*. 13 natsionalna nauchno-tehnicheska konferentsiya „Avtomatizatsiya na diskretnoto proizvodstvo" ADP 2004, Sozopol. *Nauchni izvestiya na Nauchno-tehnicheskiya sayuz po mashinostroene*, god.11, s. 84–90. ISSN 1310-3946.

Leparov, M., 2008. *"Ezhednevni" analogii za reshavane na evristichni zadachi*. 17 natsionalna nauchno-tehnicheska konferentsiya s mezhdunarodno uchastie „Avtomatizatsiya na diskretnoto proizvodstvo" ADP 2008, Semkovo. *Nauchni izvestiya na Nauchno-tehnicheskiya sayuz po mashinostroene,* god.15, № 5 = 106, s. 54–60. ISSN 1310-3946.

Leparov, M., 2010a. *Po vaprosa za tarsene na evristichni zadachi*. *Sbornik dokladi ot XII mezhdunaroden simpozium „Tehnomat i Infotel' 2010. Materiali, metodi i tehnologii"*. Burgas, s. 131–136. ISSN 1310-3946.

Leparov, M., 2010b. Tvardenia v teoriyata na evristichnoto proektirane. *Balgarsko spisanie za inzhenerno proektirane*, br. 5, s. 77–88. ISSN 1313-7530.

Leparov, M., 2010c. Modelirane na evristichni zadachi. *Balgarsko spisanie za inzhenerno proektirane*, br. 4, s. 74–84. ISSN 1313-7530.

Leparov, M., 2012. *Nyakoi osnovni tvardenia za protsesa na proektirane na tehnicheski obekti*. 21 mezhdunarodna nauchno-tehnicheska konferentsiya „Avtomatizatsiya na diskretnoto proizvodstvo" ADP 2012, Sozopol. *Nauchni izvestiya na Nauchno-tehnicheskiya sayuz po mashinostroene*, godina 20, br. 3/132, s. 58–63. ISSN 1310-3946.

Leparov, M., 2014. Operatsii nad evristichni zadachi, metodi, idei i tehnicheski obekti. *Balgarsko spisanie za inzhenerno proektirane*, br. 23, s. 71–84. ISSN 1313-7530.

Leparov, M.; Vicheva, M.; Georgiev, M., 2015. *Osnovi na inzhenernoto proektirane*. 3 izd., prer. i dop. Sofia: Softtreid [in Bulgarian]. ISBN 978-954-334-082-8.

Leparov, M., 2016a. Geometricheskie preobrazovaniya sborochnikh edinits. *Geometriya i grafika*, № 3, s. 62–72. DOI: https://doi.org/10.12737/21535.

Leparov, M., 2016b. *Otnosno proektiraneto na tehnicheski obekti*. Sbornik dokladi ot XXV mezhdunarodna nauchno-tehnicheska konferentsiya „Avtomatizatsiya na diskretnoto proizvodstvo" ADP 2016, Sozopol. *Nauchni izvestiya na Nauchno-tehnicheskiya sayuz po mashinostroene*, br. 14/200, s. 61–67. ISSN 1310-3946.

Leparov, M., 2019. O nauke "Geometriya tekhnicheskikh obektov". *Geometriya i grafika*, № 2, s. 28–38. DOI: https://doi.org/10.12737/article_5d2c187251b6c8.21632403.

Leparov, M., 2022a. Tekhnologiya „Sistematizatsiya na element" za proektirane na tehnicheski obekt. *Balgarsko spisanie za inzhenerno proektirane*, br. 45, s. 11–18. ISSN 1313-7530.

Leparov, M., 2022b. O geometrii, eshte odin raz. *Geometriya i grafika*, № 1, s. 3–13. DOI: https://doi.org/10.12737/2308-4898-2022-10-1-3-13.

Leparov, M., 2023a. O geometricheskikh osnovakh proektirovaniya tehnicheskogo obekta. *Geometriya i grafika*, № 4, s. 3–14. DOI: https://doi.org/10.12737/2308-4898-2024-11-4-3-14.

Leparov, M., 2023b. Tehnologiya „Druga gledna tochka" pri proektirane na tehnicheski obekt. Chast 1: Tvardenia. *Balgarsko spisanie za inzhenerno proektirane*, br. 46, s. 7–16. ISSN 1313-7530.

Leparov, M., 2023c. Tehnologiya „Druga gledna tochka" pri proektirane na tehnicheski obekt. Chast 2: Metodi. *Balgarsko spisanie za inzhenerno proektirane*, br. 46, s. 17–24. ISSN 1313-7530.

Leparov, M., 2024a. Otnosno evristichnite osnovi na proektiraneto na tehnicheskite obekti. Chast 1: Tvardenia. *Avtomatizatsiya na diskretnoto proizvodstvo*, br. 7, s. 49–56. ISSN 2682-9584.

Leparov, M., 2024b. Otnosno evristichnite osnovi na proektiraneto na tehnicheskite obekti. Chast 2: Metodi. *Avtomatizatsiya na diskretnoto proizvodstvo*, br. 7, s. 57– 63. ISSN: 2682-9584.

Polovinkin, A., 1985. Zakony stroeniya i razvitiya tekhniki. Volgograd [in Russian]: VolgPI.

Polovinkin, A., 2024. Osnovy inzhenernogo tvorchestva. 9-to izd., stereotipno. Sankt-Peterburg: Lan [in Russian]. ISBN 978-5-507-48775-2.

Otto, K.; Wood, K. 2000. *Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. ISBN 0-13-021271-7.

Pahl, G.; Beitz, W.; Feldhusen, J. & Grote, K. 2007. *Engineering Design: A Systematic Approach*. 3rd ed. London: Springer-Verlag. ISBN 978-1-84628-318-5.

Zwicky, F., 1969. *Discovery, Invention, Research Through the Morphological Approach*. **New York: Macmillan. ISBN 111424306X.**

ON THE HEURISTIC FOUNDATIONS OF TECHNICAL OBJECT DESIGN: PART 3: TASKS

Summary: The aim of the present work is to outline the heuristic foundations of technical object design in relation to heuristic tasks, which are part of the structural elements involved in solving heuristic problems—namely, the technical object, task, method, man, and ideas. This work is a continuation of two previous publications by the author, dedicated respectively to statements and heuristic methods in the field of heuristic design. The study presents 16 statements (a generalized concept encompassing laws, regularities, principles, and rules) related to heuristic tasks, substantiated within a framework of

multiple interrelated heuristic statements. Several heuristic principles derived from some of these propositions are proposed. The research identifies 27 distinct paths for discovering heuristic tasks, which serve as a basis for developing task-searching methods, and such methods are summarized. The proposed investigations are the result of logical analysis and can be applied in engineering practice as well as in the education of students at technical universities.

Keywords: heuristics, heuristic design, technical object, heuristic statements, heuristic tasks

Michail Leparov, Ph.D.

Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: mleparov@tu-sofia.bg