

**СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
„СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ”
ФИЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА МЕТОДИКА НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА**

Калин Ангелов Ангелов

**ЕВРИСТИЧНИЯТ ПОДХОД ПРИ РЕШАВАНЕТО НА
ФИЗИЧНИ ЗАДАЧИ В УЧИЛИЩНИЯ КУРС ПО ФИЗИКА**

Автореферат

на дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен „доктор”

Област на висше образование: 1. Педагогически науки. Професионално

направление: 1.3. Педагогика на обучението по ... (Методика на
обучението по физика)

Научен ръководител: доц. д-р МАЯ ГАЙДАРОВА

София, 2023

Дисертационният труд е с обем **214** страници, от които **179** са текст изложение, останалите са приложение, библиография, съдържание и други. Структурата му включва увод, три глави и кратко заключение. Библиографията се състои от **183** заглавия, от които **150** на кирилица и **33** на латиница. Отделно от тези заглавия са включени и използваните интернет източници. Публикациите на автора, свързани с темата, са **6** на брой. Таблиците са **9**, фигурите – **26**, а графиките – **11**.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИОНЕН ТРУД
ЕВРИСТИЧНИЯТ ПОДХОД ПРИ РЕШАВАНЕТО НА ФИЗИЧНИ ЗАДАЧИ В
УЧИЛИЩНИЯ КУРС ПО ФИЗИКА

УВОД

Актуалност и мотивация за изследването

1. Задачи на дисертационното изследване
2. Методология на изследването
3. Обект и предмет на изследването
4. Характер и структура на дисертационния труд
5. Проблеми и въпроси възникнали в процеса на изследването
6. Терминологичен апарат.

Глава I.

ЕВРИСТИКА. ЕВРИСТИЧНИ ПОДХОДИ. ФОРМИРАНЕ НА ЕВРИСТИЧНИ УМЕНИЯ

1. Понятието евристика. Етимология, дефиниции, терминология, синоними, и отклонения в употребата на понятия свързани с евристичния подход. Евристични подходи
2. Формиране на евристични умения

Глава II.

ПОНЯТИЕТО ЗАДАЧА. ЗАДАЧАТА В УЧИЛИЩНИЯ КУРС ПО ФИЗИКА ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА ПРИЛОЖИМОСТТА НА ЕВРИСТИЧНИТЕ ПОДХОДИ

1. Понятието задача – различни подходи на дефиниране
2. Етапи, фази и процеси при решаване на задачи
3. Видове задачи. Класификация на задачите
4. Сходство между способностите за решаване на математически задачи и способностите за справяне на различни типове задачи по физика
5. Графично-функционален, имитационен модел на процесите за решаване задачи с евристични подходи
6. Методи на обучение за решаване на задачи

2 | Автореферат на дисертационен труд на тема: Евристичният подход при решаването на физични задачи в училищния курс по физика. Докторант - Калин Ангелов. Научен ръководител: доц. д-р Мая Гайдарова. 2023.

Глава III.

ЕВРИСТИЧНИ ПОДХОДИ КОНКРЕТНО ПРИЛОЖИМИ ЗА РЕШАВАНЕ НА ЗАДАЧИ В УЧИЛИЩНИЯ КУРС ПО ФИЗИКА

1. Акционен или пряко приложен аспект на евристичните подходи – евристични методи за решаване на физични задачи
2. Общо - частни евристични подходи
3. Контекстно обвързани знания по теми от физиката, които повишават ефективността на евристичните подходи

Приложение: Задачи по физика и астрономия за развитие на евристичните способности

Заклучение

Приноси на автора

Публикации на автора

Библиография

Благодарности

Способността да се решават задачи е сред основните умения, които се овладяват в училищния курс по физика.

Изучаването на нестандартни, евристични задачи и свързаните с тях подходи за решаване, е важен творчески процес в съвременното образование.

Актуалност и мотивация на изследването.

Опитността и находчивостта при решаването на задачи и справянето с проблеми в средния курс по физика, би следвало да е централна учебна цел при преподаването, което ни насочва към основните опорни точки на актуалността и мотивите за изследването ни. Точно тези способности гарантират постигането на съвременните социални цели на образованието – комплексно познаване на реалния свят и възможност за продуктивно прилагане на знанията в конкретни проблемни ситуации.

Изследванията на методите, технологиите и когнитивните процеси свързани с решаването на задачи и проблеми навлизат в широка синтетична, междупредметна

3 | Автореферат на дисертационен труд на тема: Евристичният подход при решаването на физични задачи в училищния курс по физика. Докторант - Калин Ангелов. Научен ръководител: доц. д-р Мая Гайдарова. 2023.

сфера разработвана от психологията, епистемологията, логиката, социологията, лингвистиката, научните изследвания свързани с изкуствения интелект, педагогиката, както и различни методологични учения и частни научни направления.

Особен интерес представлява процесът на неалгоритмичното, творческо взимане на решение или преодоляване на проблематично препятствие, което е същината на един от главните аспекти на евристичния подход.

При обучението и квалификацията на педагогическите специалисти (в т.ч. на учителите по физика и природни науки), по наши наблюдения, твърде слабо се изучават подходите при творческия процес на решаване на задачи.

Съществува необходимост да се даде научно обоснована методика на тактическото, дидактичното поведение и рефлексията в процеса на решаване на задачи и проблеми, както и обучение за целенасочени евристични действия, повишаващи ефективността на разплитане на сложностите с които се сблъскват решаващите разнотипни задачи и проблеми.

Актуален е и въпросът за популяризацията на евристичните подходи при решаването на задачи, даже, поради една основна причина – те присъстват (явно или интуитивно) на всеки един етап на решение, без да си даваме сметка, че подхождаме евристично.

Актуален остава и въпросът за съвременна типологизация на задачите по физика в училищния курс. Особен интерес представлява типологизацията от гледна точка на евристичния подход в обучението по физика в средния курс.

Понятието **задача**, като централно в училищния курс по физика, също би следвало да се анализира и изясни с цел дълбинно, епистемологично разбиране, което сме представили в настоящия труд, предлагайки формално-логически модел на задачата.

Цели на изследването.

Основни цели на изследването са:

1. Да се направи историко-методологичен анализ на понятията евристика и евристичен метод (подход) в епистемологичен, когнитивен и методологичен аспект.
2. Да се опишат и класифицират различните евристични подходи в контекста на приложимостта им за решаване на задачи по физика и да се представи кратък,

демонстрационен корпус от задачи, чието решаване и изучаване би подпомогнало развитието на евристичното мислене.

3. Да се опишат различни методи на обучение за прилагане на евристични подходи, които биха могли да послужат в обучението по физика и астрономия в средното училище.

Задачи на дисертационното изследване.

Задачите на дисертационния труд са:

1. Дефиниране и изясняване на понятията: евристика, евристични подходи и методи, методи на евристичното обучение.

2. Описание и анализиране на евристичните подходи от най-общ характер, приложими за решаване на задачи и проблеми.

3. Описване на начините за усвояването и използването на евристичните подходи в обучението по физика и в частност при решаването на различен тип задачи.

4. Изясняване на понятията задача и проблем.

5. Описване и изследване на методите за евристично обучение за решаване на задачи по физика от средния курс на обучение.

6. Показване на различни примери за евристични решения на задачи.

Резултатите от изследователската дейност биха могли да се използват при съставянето на сборници със задачи, учебни и методически помагала за ученици и учители от средните училища, в лекционни курсове за подготовка на студенти от педагогическите специалности по природни науки, в квалификационни курсове за педагози, както и при организиране на индивидуална и извънкласна работа с ученици в рамките на т.нар. „неформално образование“.

В по-далечен план-част от насоките на разработките биха могли да се включат в по-обширни изследователски проекти, свързани с проблемите на творческите когнитивни процеси.

Методология на изследването.

Методологичните дейности включват:

Проучване, анализ и синтез на информация от литературни източници, в това число, исторически, философски, дидактични, специализирани и др.

Плуралистичен анализ с тълкуване на различни семантични нива и други аналитични проучвания на различни източници на информация.

Дискусии – на различни формални и неформални форуми за обсъждане на проблеми и идеи свързани с темата.

Беседи с ученици и учители – традиционни, евристични и сократически (сократическата беседа е „диалогичен метод за познание, при който обучаващият учи субектите да търсят пътя за доказване на дадено твърдение (на истината), за да провокират вътрешни мотиви за мисловен акт, за овладяване силата на мисълта – само по този начин ще се поощрява творческата им дейност.“ (Гроздев, 2016). Считаме, че подробното им протоколно описание би утежило работата.

Моделиране на процесите на решаване на задачи с цел тяхното изследване.

Основният аналитичен метод на педагогическото ни изследване е качественият анализ, чиято методология обединява различни подходи на изследване.

Обект и предмет на изследването.

Обекти на изследването са следните понятия: евристика; евристични подходи (методи); евристични умения; задача; евристични - творчески задачи; методика на евристичното обучение и др.

Предмет на изследването е описанието на ефективните евристични подходи и методи за обучение по физика и в частност – за решаване на задачи от училищния курс.

Характер и структура на дисертационния труд.

Дисертационното изследване е с теоретико-приложен характер. Анализирани сме теоретично различни аспекти на темата и сме предложили реалното им приложение в обучението по физика в училищния курс.

Структурата е традиционна – увод, три глави, приложение и библиография.

Проблеми и въпроси възникнали в процеса на изследването.

В процеса на изследването и разработването на настоящия труд възникнаха множество проблемни въпроси, относно съвременната образователна парадигма и приложимостта в нея на евристичните подходи. Пример за някои от тях са:

I. Общи.

1. Конструктивистката парадигма в обучението предполага, че обучаемите сами достигат знанието, но това отнема много ресурси от различен характер (най-вече време). Трябва ли да отделяме толкова много време за откриване на известни знания?

2. Какво добавя към общото образование на учениците изучаването на евристичните подходи?

3. Може ли да се предположи, че ориентацията на учениците и студентите към творческата дейност няма да влоши традиционните им резултати от обучението?

4. Как да се постигне задължителният държавен образователен стандарт за всички ученици, работещи по евристични методи?

5. Колко ученици могат едновременно да се обучават от един учител, използвайки евристични методи?

6. Могат ли да се провеждат евристични занятия в групи от по 20-30 обучаеми?

7. Възможен ли е индивидуален евристичен подход към всеки ученик?

8. Във всички образователни сфери ли е възможна евристиката? Може ли към всяка учебна дисциплина да се приложи евристичният подход?

9. Всички ли ученици могат да се обучават евристично или съществува разделение по линия на индивидуалните качества на личността?

10. Съществуват фактически образователни знания, които учениците трябва да овладеят, например - названия, дати, научни термини, правилата на правописа и др. Как да се овладеят по евристичен начин без да се губи време?

11. При евристичното обучение учениците трябва да са доста независими, самостоятелни и сериозно мотивирани. Колко от тях отговарят на тези характеристики?

12. Колко от творческите произведения на учениците могат да претендират за високо ниво? И как да оценим нивата на креативност на всеки образователен продукт?

13. Може ли всеки учител или университетски преподавател да прилага евристични методи на обучение?

14. Какви са професионалните изисквания за специалистите, прилагащи евристични подходи и колко преподаватели ще ги удовлетворяват?

15. Какво от теорията за евристичното образование е подходящо за масовото средно училище и какво за университетското образование?

16. До каква степен виртуалната образователна програма или отдалеченият учител, преподаващ на учениците си дистанционно, може да заменят живото присъствие на преподавателя и да осигурят евристичен резултат?

17. Психологията на евристичните методи остава не съвсем ясна, тъй като все още не знаем как работи мозъкът.

Тези и множество други въпроси представят перспективата за следващи по-детайлни, по-мощни и технологично по-осигурени проучвания на приложението на евристичните подходи.

II. Конкретно приложими към евристичното обучение по физика:

1. Как да се избере подходящ евристичен подход според различни критерии, като например когнитивните способности на учениците, тяхната възраст и др.
2. Кои евристични подходи са най-подходящи за дадени части от учебната програма по физика?
3. Каква е най-добрата технология за подбор на обучителни задачи в евристичното обучение?
4. И други.

Терминологичен апарат.

В разработването на тезата сме използвали терминологичен апарат от следните научни области: физика и методика на нейното преподаване; математика, приложна математика и математическа логика; педагогика и психология; философия и епистемология; лингвистика и семиотика; информационни технологии; друг интердисциплинарен апарат.

Първа глава

Евристика. Евристични подходи. Формиране на евристични умения.

Обект на нашия интерес е евристиката в дискурса на съвременните образователни парадигми и по-специално в контекста на дисертационното изследване – приложимост при решаването на задачи по физика.

В дидактичен аспект можем да отбележим три главни направления на развитие на научните разработки в сферата на образованието, при това всяко от тях със значим потенциал и пространство за сериозни изследвания и приложения: психолого-дидактическо, педагогическо и частно-методическо.

Произходът на понятието *евристика* се свързва със старогръцкия глагол *εὐρίσκω* в инфинитив и present: *εὐρίσκω*, future: *εὐρήσω*, aorist: *εὔρον*, *ἤρον*, perfect: *εὔρηκα* (еврика!), *ἤρηκα*, с посочено значение в речниците и енциклопедиите като *намирам*, *откривам*.

Авторитетни и енциклопедични дефиниции

В електронния вариант на Енциклопедия *Британика* намираме следното определение в контекста на пътищата за решаване на задачи (problem solving): „Евристиката за решаване на задачи е неформална, интуитивна, спекулативна процедура, която води до решение в някои случаи, но не и в други. ...“

В дефиницията прави впечатление акцентирането върху *спекулативността* на евристиката.

Подобно е и определението, което намираме в *Речника за алгоритми и структури от данни* към Националния институт за стандарти и технологии (The National Institute of Standards and Technology, NIST) към Министерството на търговията на САЩ.

Възможна причина за този частичен скептицизъм относно евристичните методи е силното влияние на авторитетни изследователи като Daniel Kahneman (Даниел Канеман) (носител на Нобелова награда от 2002г. за икономика) и Robert J. Sternberg (Робърт Стърнбърг).

Анализирайки тези дефиниции в сравнителен аспект, стигаме до заключението, че употребата на понятието *евристика* претърпява сериозни промени, еволюира и се трансформира от метод в когнитивна процедура на *умствения автомат* (терминът е на Канеман).

Самият Канеман, след като дава описаната техническа дефиниция, се разграничава от разбирането за евристика и евристични методи на Pólya György (Дьорд Пойа).

Канеман изяснява, че евристиката на Пойа представлява стратегически процедури, които се изпълняват съзнателно, разбиране което е по-близко до нашето изследване.

Определението за евристика, което намираме в руското електронно издание на Големия енциклопедичен речник е следното:

ЕВРИСТИКА (от гръцки *heurisko* – издирвам, намирам), е:

1) специални методи, използвани в процеса на откриване на новото (евристични методи).

2) Наука, изучаваща продуктивното творческо мислене (евристична дейност).

3) Метод на обучение основан от Сократ (т. нар. сократични беседи – майевтика).

В електронното и книжно издание на Голямата съветска енциклопедия намираме много пространна дефиниция на понятието евристика (БСЭ, 1978). Анализирани сме я подробно.

Дефиницията на понятието *евристика* е развито в пет подточки.

Руската дефиниция, за разлика от западната, е пропита с позитивно отношение към евристичните подходи. Това в известен смисъл е и цивилизационно - исторически обяснимо. Западната цивилизация е по-рационалистична, докато източната е по-мистично ориентирана и за това е по-възприемчива към интуитивното и неформалното.

В края на първа подточка, забелязваме известно обобщение и разширение на обхватността на дефиницията – под евристични методи понякога се възприемат всички методи, целящи съкращаване на изчисленията или даже като синоним на интуитивни методи за решаване на задачи.

Особен интерес за нас представлява петата подточка от дефиницията, тъй като тя има педагогически характер. В нея евристиката е определена като „специален метод за обучение“. Като единствен обучителен пример са посочени сократическите беседи.

Изследвали сме и дефиниции свързани с евристиката в масовото виртуално пространство и в популярния сред педагози и обучаеми сайт – Уикипедия.

Анализът на понятията във виртуалното пространство ни помага да изясним синонимичността на понятията *евристика*, *евристичен метод*, *евристичен подход* и др.

Представили сме анализ на дефиницията на Дьорд Пойа, която сме цитирали със съкращения:

„Евристика или „ars inveniedi” (от латински ars „изкуство” и invenire „изобретявам”, се отнася до изкуството на откриването и аргументацията, по аналогия с други изкуства, преподавани в римската античност – бел. К. Ангелов), е названието на една не съвсем ясно очертана област на изследване, принадлежаща на логиката, философията или психологията. Съвременната евристика се стреми да разбере процесите при решаване на задачите и по-специално мисловните процеси, които се използват като правило. Едно сериозно изучаване на евристиката трябва да отчита както логическия, така и психологическия фон. То не бива да пренебрегва онова, което са казали на тази тема автори като Пап, Декарт, Лайбниц и Болцано, но най-малко следва да пренебрегва непредубедения опит.“ (Пойа, 1972).

Дефинирали сме евристичните подходи и методи за решаване на задачи чрез исторически преглед и чрез него определяме множество от основните евристични подходи, които са утвърдени в научното пространство и са използвани при решаването на задачи от училищния курс по физика.

Изследвали сме развитието на евристичните подходи от Сократ (V-IV в. пр.н.е.), Пап Александрийски, през Рене Декарт, Bernard Bolzano (Бернард Болцано 1781-1848 г.), изтъкнатите психолози на двадесети век - Alfred Binet (Алфред Бине), Otto Selz (Ото Зелц), Karl Duncker (Карл Данкер), до наши дни. Разгледали сме и приносите на руските (съветски) изследователи, като Г.С. Алтшулер (и неговата школа - ТРИЗ), С.Л. Рубинщайн, А.Н. Леонтиев (и сътрудниците им), Я. А. Пономарев, В. Н. Пушкин, О. К. Тихомиров, Ю. Н. Кулюткин, Л. Л. Гурова, Л. М. Фридман, П. Я. Гальперин и учениците му, В. Л. Данилова, И. П. Калошина, И. Н. Семенов, И. Я. Лернер, М. М. Махмутов., И. И. Ильясов, А. В. Хуторской, С. Мугаллимова и др. Цитирали сме и българските изследователи на евристични методи - проф. Иван Тонов и проф. Сава Гроздев. За евристичен обучителен метод може да се приеме и подходът на Теодоси Теодосиев - Тео, определян от него като евристичен, силов интелект.

След историческото описание на евристичните подходи сме извършили и тяхната класификация, която е ценна с това, че внася по-голяма яснота в смисъла и значението им.

Общи евристични методи (принципи, подходи)

В специализираната литература се срещат твърдения, че общото количество на евристичните методи е над 200, даже 500, което е силно преувеличено и вследствие най-вече на несистематизирането им в семейства и типове. Изяснили сме понятията *стратегия, група и семейство*.

Анализът показва, че по-скоро познаваме 30-34 методични групи (тактики) от евристични подходи, сводими към 11 методични семейства (стратегии).

Основните евристични методични групи (*тактики*) от евристични подходи (за които сме дали разяснения) са:

1. *Конкретизация* на задачата.
2. *Обобщение* на задачата и нейните цели.
3. *Движение от края към началото*.
4. *Сближение* на данните и целите.
5. *Изключване* от структурата.
6. Използване на *подобни елементи* в различни задачи.
7. *Критика на очевидните* решения.
8. Формулиране (и евентуално решаване или отхвърляне) на *обратна задача*.
9. Анализ на *конфликта/ите*.
10. Разглеждане от *различни страни (гледни точки)* на възможностите.
11. *Разделяне* на задачата на *части*.
12. Определяне (отделяне) на *доминиращите цели*.
13. Издигане на *произволни идеи (хипотези)*.
14. *Резонанс*. Подобно на 6-ти подход, в основата му лежи отражението, спомена, „*резонанса*“ на други подобни задачи и свързаните с тях методи за решение.
15. *Преструктуриране*.
16. Включване в *друга структура*.
17. Замяна на *термините (понятията) с определения*.
18. Въвеждане и/или включване на *допълнителни елементи или отношения*.
19. Издигане на *различни* в това число невероятни *хипотези*.
20. Прекъсване на решаването на задачите, *почивка*.
21. *Вживяване* в образа на явлението или *задачите*.

22. Движение от *общите идеи* към *частните*.
23. Оценка на достоинства и недостатъците на *хипотезите*.
24. Символен запис на *условията*.
25. Паралелно решаване на *няколко задачи*.
26. Регулация на *равнището на увереност* в себе си.
27. *Математически техники* на преобразуване на задачите.

Евристични методични семейства (*стратегии*) от евристични подходи

1. Анализ на условията на задачите, анализ на данните, анализ на изискванията, анализ на конфликта (препятствията в условието).

2. Прецизиране и изясняване на определянията за явленията в задачите, движение от края към началото, привеждане към логически и/или диалектически категории, сближение на данните и целите, резонанс.

3. Изменение на нивото на обобщеност на задачите, обобщение на задачите, използване на известна обща задача, конкретизация на задачите, използване на известна конкретна задача.

4. Включване на нови връзки, включване в друга неизвестна структура, включване в друга известна структура, въвеждане на допълнителни елементи или отношения (неизвестни и известни), преструктуриране, делене на задачи на части.

5. Анализ на допусканията, отделяне на доминиращите идеи, критика на очевидните решения, търсене на излишни условия.

6. Моделиране, прекодиране на текста в схемата (модела), символически запис.

7. Издигане на произволни хипотези, издигане (предлагане) на малко вероятни хипотези, издигане (предлагане) на противоположни хипотези.

8. Обосноваване на приетите и отхвърлени хипотези, обоснования на издигнатите хипотези, анализ на достоинства и недостатъците на хипотезите.

9. Превключване на други проблеми, паралелно решаване на няколко задачи, прекъсвания на процеса решаване на задачата.

10. Вживяване в образите на явленията и задачите, приемане на ролята на обекта или процеса на задачите.

11. Регулиране на нивата на увереност в себе си, повишаване на нивата на увереност в себе си, понижаване на нивата на увереност в себе си.

12. Анализ от различни гледни точки (морфологичен анализ).

13. Комбиниране на свойствата на явленията (задачите).

14. Търсене в началото на общи, а в следствие на частни идеи и обратното (определяне на областите на търсене на неизвестните).

В процеса на изследване, анализ и наблюдение добавяме и следните, несрещани в проучената литература, евристични подходи:

15. Подход на преживяване и преодоляване на фрустрацията при срещане на сериозно препятствие. Може да се разглежда и като подмножество на подходите за *регулиране на нивата на увереност*.

16. Подход на възможност за допустимост, търпимост на грешки в процеса на решение.

Описаните евристични методи можем да определим, като приложими във всички сфери, свързани с решаването на задачи и проблеми, т.е. като - методични евристични методи или принципи.

Други несрещани (рядко срещани) евристични подходи

1. Отхвърляне на главозамайване.

2. Изясняване на собствените недостатъци – авторефлексивен евристичен механизъм и др.

Специализирани евристични подходи (евристични операции - тактики)

Освен гореописаните съществуват и евристични подходи, които имат конкретно приложим характер за дадена предметна област. В областта на нашето изследване това означава – евристични подходи, прилагани конкретно при решаването на физични задачи от средния курс на обучение или такива, които подпомагат процеса на решение.

Специализираните евристични подходи (методи) бихме могли да наречем още и *частни евристики*.

В нашия труд сме изследвали следните частни евристики конкретно приложими за решаване на физични задачи, като върху тях сме се спрели по-подробно в трета глава:

1. Метод на екстремните стойности.

2. Векторни методи за решение на физични задачи.

3. Метод на крайните хипотези.
 4. Методи на оригинални алгебрични преобразования.
 5. Методи с допускане на възможното и невъзможното – особено при разглеждане на различни нестандартни явления.
 6. Метод на размерностите.
 7. Метод за замяна на сложни изрази с приблизителни по-прости, например:

$$\sqrt{1 + \varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}.$$
 8. Замяна на графики на функции, т.нар. интерполация и екстраполация и апроксимация.
 9. Пренебрегване на събираеми в уравнения и функционални изрази с цел намаляване на степента и по-лесна решимост и оценка.
 10. Метод на усложнение на модела с цел постигане на ефектно решение.
 12. Метод на обратимостта.
 13. Метод на виртуалните движения.
 14. Метод на енергийния баланс и метод на екстремума на потенциалната енергия.
 15. Подходи на решения свързани със законите за запазване.
 16. Подходи на решения свързани с теоремата на Гаус за напрежение.
 17. Подходи на решения свързани със законите на Кирхоф, метод за възлите на електричната верига, метод на късото съединение и др.
 18. Метод за изчисляване на еквивалентните съпротивления и кондензатори – за разчет на електрични вериги – метод на екипотенциалните възли, метод на изключване на участъци и др.
 19. Метод на суперпозицията.
 20. Метод на огледалните изображения.
 21. Графични методи, метод на динамичните ескизи.
 22. Векторни методи.
 23. Метод на принципите – например принцип на Ферма за оптичните пътища.
 24. Метод на черната кутия.
- и други.
- Формиране на евристични умения.**

Важно приложение на евристичните подходи е методиката на обучение за тяхното прилагане. Това педагогично приложение можем да наречем *евристично обучение* или *евристична дидактика*.

Исторически основи на евристичното обучение

В съвременната образователна система евристичните способности и уменията за прилагане на евристични подходи при решаването на задачи са пряко свързани с ключовите компетентности. В сферата на природните науки това се изразява в творческите умения, което е добре разкрито в таксономията на Anderson и Krathwohl.

Значителни заслуги в разработването на евристични методи за обучение има Дьорд Пойа, когото споменахме по-горе при дефиниране на понятието евристика. Пойа систематизира и формулира общи правила за решаване на задачи, с което поставя основите на евристичната методика.

Понастоящем съществуват множество формални и неформални институции, които предлагат близки до евристичните обучения. Например такава е концепцията на продуктивното обучение (Productive Learning) на немските педагози Bohm (И. Бом) и Schneider (Дж. Шнайдер) (Bohm, Schneider, 1995) в техния проект *Града като училище* и реализиран в Института за продуктивно обучение в Европа (IPLE). Основният обучителен принцип е обучението на базата на практически жизнен опит.

Интересен е моделът на обучение разработен през 70-80-те години на XX век от американския изследовател John Schwab (Джон Шваб). Моделът се нарича *Покана за изследване* и основният му принцип е активация на стремежа за изследване

Методични основи на евристичното обучение. Евристична образователна дейност

От дидактична гледна точка, евристичното обучение е вид обучение на учениците, при което те търсят и създават нови знания, умения, компетентности, начини на работа, развиват личните си качества. Това води до ефективни резултати – когнитивни и образователни.

Под методология на евристичното образование разбираме системата от принципи, форми и методи за организиране на продуктивни, образователни дейности, в които се изучават, тренират и усвояват евристичните подходи и свързаните с тях

компетентности. В областта на нашите научни интереси това е свързано с решаването на задачи по физика.

В контекста на нашите изследвания разграничаваме две основни интерпретации на евристичната методика. Първата – конкретните методи на евристичната образователна дейност като приложима реалност. Това включва всички елементи на обучителното (учебното) съдържание, като план, програма, тематично разпределение, контролни наблюдения, система за обратна връзка и др. Втората интерпретация на евристичната методика е теорията на евристичното обучение (дидактична евристика), която установява структурата, съдържанието, организацията, системата от специфични методи и форми на евристична образователна дейност. В по-нататъшното представяне ще приложим и двете интерпретации на методиката, като в първия случай имаме предвид практическата евристична дейност, а във втория - теорията за организацията на тази дейност.

Евристичната методика се базира на евристичната дейност. Евристичната дейност е широко понятие, по-широко от творческата дейност.

От структурна гледна точка, евристичната образователна дейност е многопластова и всяка друга дейност може да се включи в нея, ако това води до генериране на нов за ученика образователен продукт.

Психологически основи на евристичния образователен процес

Въз основа на направените изследвания стигнахме до заключението, че опитите логически да се изследва творческият процес и изучената литература са частично успешни. Творчеството, както и всеки изначално битиен акт не може да се разглежда само от рационална гледна точка. Природата на евристиката е познаваема изключително чрез евристични подходи, което от своя страна предполага, че сред изследователските методи са въображението, интуицията и други евристични инструменти. За разбирането на евристичните процеси са нужни емоционални подходи – образни, духовни, ирационални. Творческото вдъхновение е внезапно, появяват се мисловни образи, спонтанно изникват решения в следствие на комбинации и трансформации на различни идеи и аналогии (Daniels-McGhee, Davis, 1994), което изключително затруднява анализа на тези процеси. За по-дълбинно разбиране и разработка на евристичното обучение е

нужно да се обърне внимание (и да се изследват и измерват) различните групи евристични способности.

Представили сме изследвания върху характеристиките на творческите способности. Интерес представлява систематизирането на качествата на творческата личност според създателите на системата ТРИЗ (Теория за решаване на изобретателски задачи) (Алтъшуллер, Верткин, 1994), които сме разгледали.

Представили сме организацията, технологията и методите на евристичното обучение (общо описани 32 обучителни метода), както и неговите основни закономерности и сме показали и анализирали примерна евристична обучителна задача.

Втора глава

Понятието задача. Задачата в училищния курс по физика, от гледна точка на приложимостта на евристичните подходи.

Понятието *задача*, както и класификацията на задачите, са основни в дисертационния труд, което налага да им се отдели самостоятелна глава.

Задачата е образователно-научен феномен със специфична структура и място в обучителния процес.

В настоящото изследване, когато говорим за *задача*, ще разбираме учебна, педагогическа задача, свързана с училищния курс по физика. С тази цел разгледахме различните белези на учебната задача. Спряхме се обстойно на изясняването и формалното дефиниране на понятието *задача*, тъй като това е важно за разбиране на процесите и методиката на приложението на евристичните подходи. Въведохме *формално-логическия модел* на задачата, като я представихме във вид на наредена *n*-торка (X_1, X_2, \dots, X_n) .

Първоначално можем да представим задачата като наредена **4-ка** : (U, Q, D, R) , където:

U е предметът, условието на задачата;

Q – търсенията, въпросите, изискванията на задачата;

D е предметната област, раздел или сфера на принадлежност на **U**, например задачата е от раздел „Механика, включваща всички закономерности, процеси и явления описвани посредством законите от раздел механика;

R е отговорът или решението на задачата (не като процес, а като краен резултат). Ако приложението на задачите в образователния процес налага, бихме могли да представим задачата и като наредена **6-орка**: (U, Q, D, R, A, T) и $(U, Q, D, R, A_1, A_2, \dots, A_s, T_1, T_2, \dots, T_p)$, където T_1, T_2, \dots, T_p са разясненията на процеса на решаване, а A_1, A_2, \dots, A_s са различните решения на дадената задача. Моделът може да бъде допълнително разширен, като въведем още едно подмножество на **A** – подмножество на **хипотезите H**, които се генерират в процеса на решение:

$H \in A_j^i$, където $H: (H^1, H^0, \dots, H^r_s)$, $r = 1$ или 0 – различни хипотези, някои от тях *продуктивни* – тип H^1 , а други – тип H^0 – *контрапродуктивни*, т.е. неефективни, не водещи до решения (погрешни хипотези). Моделът може да бъде допълнен с едно по-специфично множество – Ω_j^i – множество на т.нар. от нас *обяснителни функции*. Обяснителните функции представят вътрешните механизми на когнитивните процеси, които водят (подпомагат) до съответните решения на различните етапи и фази на решението. Така наредената **n-торка** придобива вида: $(U, Q, D, R, M_1, M_2, \dots, M_q, A_1, A_2, \dots, A_s, T_1, T_2, \dots, T_p, \Omega_j^i)$. Разяснили сме с конкретен пример – евристична задача.

Тук е мястото да отбележим, че по пътя на чистия логически анализ, както това се е опитал да направи Пойа, едва ли ще може да се разкрият вътрешните механизми на евристичните процеси и свързаните с тях подходи за решаване на задачи. Затова е необходимо да се проведат широк кръг от комплексни психофизиологически експериментални изследвания и едва на тази основа биха могли да се открият фактори, детерминиращи процесите на построяване на хипотези и продуктивно решаване на задачи и проблеми.

С цел да внесем яснота, сме дали някои наративни дефиниции на понятието *задача*, от гледна точка на психологията.

Етапи, фази и процеси при решаване на задачи

Според проучената литература по темата сме описали процеса на решаване и сме дали собствен авторски анализ. Новите допълнения са провокирани от собствения ни опит и наблюдение върху реална обучителна среда, кратки педагогически експерименти и аналитични изследвания.

Видове задачи. Класификация на задачите

Епистемологичното класифициране на задачите започва с развитието на изследванията в областта на формалната логика след деветнадесети век и е сложен и дискуссионен процес поради трудностите при избор на отличителни критерии или признаци. В литературата по методика на обучението по физика, съществуват различни класификационни подходи.

Обща класификация

Според характера на поставеното условие, съдържанието, начин за презентирание, решаване, оценка на качеството на задачата и предназначението им в обучителната дейност бихме могли да класифицираме задачите по следния начин:

1. Стандартни и нестандартни задачи.
2. Количествени и качествени.
3. Аналитични и синтетични.
4. Интердисциплинарни, междупредметни задачи.
5. Абстрактни и с конкретно съдържание.
6. Задачи за намиране на неизвестна величина.
7. Задачи за доказателство.
8. Задачи за конструиране, построяване или т.нар. проектни задачи и задания.
9. Прости (несложни), сложни (по-сложни), трудни и комбинирани задачи.
10. Практически, битови, приложни задачи.
11. Политехнически задачи – с технически решения на производствени проблеми чрез законите на физиката.
12. Задачи парадокси, софизми.
13. Творчески и практически задачи. Неформални задачи.
14. Алгоритмични, неалгоритмични и квазиалгоритмични задачи– според начините за решаване.
15. Тренировъчни и пряко обучителни задачи.
16. Теоретични, експериментални и демонстрационно-експериментални (в това число фронтално-експериментални) задачи.
17. Графични, таблични и смесени задачи.

18. По вид на математическите операции с които се решават дадени физични задачи – аритметични, алгебрични, геометрични, комбинирани и други, при чието решение се прилага математически апарат или модел.
19. Непълни, с излишества - според данните в условието и възможностите за решение.
20. Възпитателни, дидактични задачи.
21. Задачи за възстановяване или преобразуване и надграждане на конкретни знания.
22. Имагинативни, перцептивни и други психологически типове, развиващи въображението, възприятията и други когнитивни умения.
23. Критериални (поставящи например критерии за определяне на нивото на овладяване или разбиране на раздел или отделно явление), оценъчни, контролни задачи.
24. Решими, нерешими и квазирешими задачи.
25. Статични и динамични задачи – според процеса или явлението.

Друг не толкова методичен, но обяснително удобен за типологизация, е подходът от гледна точка на когнитивните усещания и възприятия на субекта, който решава задачите (решавателят). Така задачите могат да се разделят по съдържание, сложност, обем на усилията за решаване, времеемкост, привлекателност, доставящи удоволствие или чувство на удовлетвореност и други личностни и професионални критерии. По тази причина е препоръчително при класифицирането да се използват по-независими параметри. Такова е класифицирането от позицията на определеност за целите на компетентностния подход в образованието.

Разгледали сме по-подробно някои типове задачи, които имат по-пряко отношение към прилагането на евристичните методи.

26. Творчески, изобретателски, експериментални задачи, съставителски – особено интересни за приложение на евристичните подходи.
27. Задачи – парадокси и неформални задачи.
28. Изследователски задачи.

Сходство (параморфизъм) между способностите за решаване на математически задачи и способностите за справяне на различни типове задачи по физика

Параморфизмът между две психологични структури може да се характеризира по следния начин:

1. Два и повече модела на поведение, имащи една и съща формална структура, могат да описват различни когнитивни процеси. Тези модели са формално еквивалентни и нееквивалентни психологически.
2. Два и повече модела могат да имат различна формална структура и въпреки това могат по подобен начин да предсказват човешкото поведение.

Демонстрирали сме и математическо онагледяване на параморфизма.

Анализът на основните проблеми при описанието на различните способности ни дава основание да обобщим, че главното и базисно умение е способността да се мисли в логико-математически структури и отношения. Тези способности са безусловно необходими за уменията свързани с физиката. За успешното усвояване на знанията, свързани с геометрията е необходима активна способност за разбиране и боравене с абстрактни пространствени схеми, което също напълно съвпада с разбирането на физическите явления.

Всичко това доказва, ако не съвпадения между математическите способности и способността за изучаване на природно-физическите закономерности, то поне силна аналогичност, параморфичност между тях. Това от своя страна позволява изследванията на физико-математическите способности да се базират на проучванията на математическите способности, което е по-познато и по-популярно в образователната общност.

Описали сме следните *основни компоненти на структурата на физико-математическите способности*, произтичащи от основните характеристики на физико-математическото мислене, които способности са до голяма степен евристични (в скоби с индекс S_i ще отбелязваме различните способности):

1. Способност за формализация на физико-математическия материал (S_1).
2. Способност за *отделяне на формата* от съдържанието (S_2).
3. Способност за *абстрахиране* от конкретни количествени отношения и пространствени форми (S_3).
4. Способност за опериране с *формални структури*, отношения и връзки (S_4).

5. Способност да се *обобщава* физико-математическия материал (S_5), да се *отделя* (*изолира*) главното и пренебрегва несъщественото, способност да се *вижда общото* във външно различното.
6. Способност за *опериране с числова и знакова символика* (S_6).
7. Способност за „последователно и правилно разчленено *логическо разсъждение*“ (Колмогоров, 1959), свързано с необходимостта от доказателство, обосновка, извеждане на изводи и др. (S_7).
8. Способност за *съкращаване на разсъжденията* (S_8).
9. Способност за мисловна дейност в *съкратени структури* (S_9).
10. Способно за *обратимост на мисловния процес* – бърз преход от прав към обратен ход на мисълта (S_{10}).
11. Способност за *превключване от една умствена операция към друга* – гъвкаво мислене. Свобода от сковващото влияние на шаблоните (нешаблонно мислене) (S_{11}).
12. Способност на *паметта за обобщение* (S_{12}).
13. Способност за *формализация* на структурите и изграждане на логически схеми с цел на запаметяване (S_{13}).
14. Способност за *пространствени разсъждения и представи* (*пространствена интелигентност*) (S_{14}).

Така факторът *физико-математически способности* може да се опише с наредената *n-орка*: (S_1, S_2, \dots, S_n)

Графично-функционален, имитационен модел на процесите за решаване на задачи с евристични подходи.

При авторефлексивното наблюдаване на решаване на задачи от различни типове ученици (напреднали, олимпийски състезатели и по-незаинтересовани), достигнахме до извода, че мисловните процеси на решение могат да се представят графично, макар и доста идеализирано. При специално организиран експеримент графичният модел би могъл да се използва за бързи анализи на евристични умения, когнитивни възможности и анализ на някои интелигентности.

Методи на обучение за решаване на задачи

В основата на обучението за решаване на задачи стоят различни продуктивни стратегии, които са основни в преподаването и усвояването на физико-математическите и технологичните знания и умения. Те стимулират конвергентното и дивергентното развитие на учениците.

В резултат на анализа на етапите на решение, съчетано с евристичните подходи сме предложили следната система на общи (до голяма степен евристични) методи на обучение за решаване на задачи (всеки метод е разяснен, а към някои са дадени задачи примери):

1. Метод на анализа на физичната ситуация.
2. Метод на приложение на физическите закони.
3. Частни методи.
4. Методите на опростяване и усложняване.

4.1. Процес на опростяване – идеализация, оценка и отхвърляне на второстепенни явления и др.

4.2. Процес на усложняване – отчет и разглеждане на по-рано отхвърлените обекти, явления, детайли и др.

5. Метод на оценките.
6. Метод на анализ на решението.
7. Метод на постановката на задачата.

Нито един отделно взет метод не е универсален. Всеки метод проявява своята креативна стойност, само когато е в обща система от методи, в цялостната постановка на задачата.

Трета глава

Евристични подходи конкретно приложими за решаване на задачи в училищния курс по физика. Примери. (Дидактически материал за формиране на евристични умения на обучаемите (приложна евристика))

Акционен или пряко приложен аспект на евристичните подходи – евристични методи за решаване на физични задачи.

24 | Автореферат на дисертационен труд на тема: Евристичният подход при решаването на физични задачи в училищния курс по физика. Докторант - Калин Ангелов. Научен ръководител: доц. д-р Мая Гайдарова. 2023.

В първа глава сме посочили, че при нашите изследвания сме извели *частни евристики*, конкретно приложими за решаване на физични задачи, върху които сме се спрели по-подробно в трета глава и те са:

1. Метод на екстремните стойности или метод на минимума и максимума.
2. Методи на оригинални алгебрични (аритметични) преобразования (дали сме примери).

2.1. Пренебрегване на числителя или знаменателя в дробни величини при оценката на изследваната стойност.

2.2. Заместване на числова стойност с твърдествена формулировка например: единицата (**1**) може да се замени с $(\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2$ и обратното.

2.3. Внасяне (изнасяне) под (в) радикал с последващо преобразование:

$$\varphi = k \frac{q \cdot \sqrt{a^2 + b^2}}{a \cdot b} = k \frac{q}{a} \cdot \sqrt{\frac{a^2}{b^2} + 1}.$$

2.4. Пренасяне (преобразуване) на множители от числителя и знаменателя в нова дроб, намираща се в знаменателя:

Ако трябва да се оцени физичната величина A , която е представена с израза:

$$A = \frac{a^2 b + a}{b^2 + 1} = \frac{a \cdot (a \cdot b + 1)}{b \cdot (b + \frac{1}{b})} = \frac{a}{b} \cdot \frac{a \cdot b + 1}{b + \frac{1}{b}}, \text{ ако } b \gg a \Rightarrow \frac{a}{b} \rightarrow 0 \Rightarrow A = 0.$$

3. Методи с допускане на възможното и невъзможното – особено при разглеждане на различни нестандартни явления.

4. Метод на размерностите.

5. Метод на замяна на сложни изрази с приблизителни по-прости, например при:

5.1. $\varepsilon \ll 1$; $x \ll 1$ можем да извършим следните *приблизителни замени*:

$$\sqrt{1 + \varepsilon} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{2}; (1 + \varepsilon)^2 \approx 1 + 2 \cdot \varepsilon; (1 + \varepsilon)^n \approx 1 + n \cdot \varepsilon \text{ (следват от}$$

неравенството на Бернули); $\frac{1}{1 + \varepsilon} = 1 - \varepsilon$; $\sin x \approx x$; $\cos x \approx 1 - \frac{x^2}{2}$; $e^x \approx 1 + x$

5.2. Метод на замяна на неравенства:

от неравенството $|a \cdot b| \leq (a^2 + b^2)$, при a и $b > 0$, би могла да се извърши замяна на лявата или дясната част. Посочили сме и други примери.

5.4. Метод на приблизителния анализа на математически изрази в геометрични приближения.

6. Замяна на графики на функции, т.нар. интерполация и екстраполация и апроксимация.

7. Пренебрегване на събираеми в уравнения и функционални изрази с цел намаляване на степента и по-лесна решимост и оценка.

Пример: Ако един израз A се състои от следните събираеми:

$$ax^3 + bx^2 + cx + p + q \text{ и } c \rightarrow 0, p \ll 1, q \ll 1, \text{ то } A \approx ax^3 + bx^2$$

или ако $x \ll 1$, то $ax^3 \rightarrow 0$ и $bx^2 \rightarrow 0 \Rightarrow A \approx cx + p + q$, или даже,

$$A \approx p + q.$$

8. Метод на усложнение на модела с цел постигане на ефектно решение.

9. Метод на обратимостта.

10. Метод на виртуалните премествания (вариационни принципи на механиката).

11. Метод на енергийния баланс и метод на екстремума на потенциалната енергия.

12. Подходи на решения свързани със законите за запазване.

13. Метод на намиране (оценяване) на характерния размер.

14. Метод на изобразяване (прилагане) на характерния мащаб.

15. Подходи на решения свързани със законите на Кирхоф, метод за възловите точки на електрична верига, метод на късото съединение и др.

16. Методи за изчисляване на еквивалентните съпротивления.

16.1. Метод на екипотенциалните възлови точки.

16.2. Метод на изключване на един или няколко участъка от веригата.

16.3. Метод на размножаване на възлите и разделяне на клоните (обратен екипотенциален метод).

17. Метод (принцип) на суперпозицията.

18. Метод на огледалните изображения.

19. Визуализационни (графични) методи.

19.1. Метод на динамичните изображения.

19.2. Векторни методи.

19.3. Графични методи.

19.4. Метод на диаграмите на разреза, натиска, опън и/или момента на огъване (епюрен метод).

19.6. Метод на номограмите.

20. Метод на аналозиите. Като пример сме представили три таблици за аналогии между различни явления.

Праволинейно движение	Криволинейно движение
\vec{v}	$\vec{\omega}$
\vec{a}	$\vec{\varepsilon}$
$\vec{x} = \vec{v} \cdot t$	$\vec{\varphi} = \vec{\omega} \cdot t$
$\vec{v}_t = \vec{v}_0 + \vec{a} \cdot t$	$\vec{\omega}_t = \vec{\omega}_0 + \vec{\varepsilon} \cdot t$
$\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0 \cdot t + \frac{\vec{a} \cdot t^2}{2}$	$\vec{\varphi} = \vec{\varphi}_0 + \vec{\omega}_0 \cdot t + \frac{\vec{\varepsilon} \cdot t^2}{2}$
$2 \cdot \vec{a} \cdot \vec{x} = \vec{v}_t^2 - \vec{v}_0^2$	$2 \cdot \vec{\varepsilon} \cdot \vec{\varphi} = \vec{\omega}_t^2 - \vec{\omega}_0^2$

Таблица 1.

Електростатика	Гравитация
Q	m
K	γ
$F_k = k \frac{Qq}{r^2}$	$F_G = \gamma \frac{Mm}{r^2}$
$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = k \cdot \frac{Q}{r^2}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{m} = \gamma \cdot \frac{M}{r^2} = g$ – интензитет на гравитационното поле
$\vec{E} = \frac{q}{2\epsilon\epsilon_0 S} = 2\pi k\sigma\epsilon$ – интензитет на хомогенното поле	$\vec{E} = 2\pi\gamma \frac{M}{S}$
$\varphi = k \cdot \frac{Q}{r}$	$\varphi = \gamma \cdot \frac{M}{r}$

Таблица 2.

Механични трептения	Електромагнитни трептения
---------------------	---------------------------

X	q
M	L
F	E, U
R	R
k	$\frac{1}{C}$
$T=2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T=2\pi\sqrt{LC}$
$E_k = \frac{m.v^2}{2}$	$E = \frac{L.I^2}{2}$
$E_{\text{п}} = \frac{k.x^2}{2}$	$E = \frac{q^2}{2C}$

Таблица 3.

Общо-частни евристични подходи

21. Метод на софизмите и парадоксите.
22. Метод на крайните хипотези.
23. Метод на вживяване в обекта или явлението.
24. Метод на когнитивното наблюдение.
25. Метод измисли явление (или обект).
26. Метод на креативната логическа импликация.
27. Метод хиперболизация.
28. Метод на мозъчната атака (метод на Осбърн) и синектиката (метод на Гордън).
29. Метод на инверсията или метод на обръщането.
30. Метод на черната кутия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящия труд подробно разгледахме понятието евристика както в исторически, така и в съвременен аспект, съобразен с модерните образователни таксономии.

Описахме и изследвахме множеството известни и прилагани евристични подходи.

Показахме рядко срещани и непопулярни (и несрещани) в изучената литература евристични методи. От направения анализ се потвърди, че евристичните подходи имат висока педагогическа стойност и реална приложимост в съвременното обучение по физика и астрономия. Използването на евристични подходи способства за формиране на компетентности по физика, засилва мотивацията на учениците и повишава уменията за решаване на задачи.

Друг съществен извод е възможността за **ефективна приложимост** на евристичните подходи в училищния курс, каквито са алтернативните подходи за обучение при решаване на задачи.

Описахме различните евристични стратегии и тактики при решаването на задачи. Спряхме се подробно на дефинициите на известни изследователи и основоположници на евристичните методи като Декарт, Паскал, Бернард Болцано, Пойа, Данкер и др. Разгледахме и традициите на теорията на евристичните методи в България. Добавихме собствени възгледи и анализи на евристични подходи, обогатихме палитрата с нови.

Изяснихме основната визия на евристичното обучение. Извършихме кратка историческа ретроспекция, при която описахме основните принципи на актуалното и днес сократово, евристично обучение.

Показахме методичните основи на евристичното обучение, евристичната образователна дейност – нейната структура, съдържание.

Разгледахме подробно тридесет и два метода на евристично обучение, разделени на три групи – когнитивни, креативни и организационно-методологични методи.

Детайлно изяснихме понятието задача. Дадохме формален логико-множествен модел на задачата във вид на наредена ***n*-торка**, като подробно разгледахме примерна задача.

Предложихме класификации на задачите съотнесени към евристичните подходи за решаването им, за някои демонстрирахме примерни задачи.

Разгледахме етапите на решение на задачите и някои методи за обучение на решаване на задачи.

Предложихме елементарен математичен и графичен модел за презентация на процеса на решение на задачи.

Описахме основните компоненти на структурата на физико-математическите способности.

Предложихме методи на обучение за решаване на задачи, свързани с евристичните подходи.

Подробно разгледахме тридесет метода и единадесет подметода, конкретно приложими при решаване на физични задачи от средния курс на обучение. За всеки един от методите дадохме разяснения. С цел яснота и пълнота към много от методите приложихме демонстрационни, учебни задачи с техните решения.

Разгледахме различни контекстно обвързани знания по теми от физиката, които повишават ефективността на евристичните подходи.

В рамките на три глави се изпълниха основните цели на изследването.

Преодоляха се някои проучвателни проблеми.

Много от резултатите и идеите на дисертационния труд намериха място в доклади на различни научни конференции, където бяха добре приети.

Поставиха се основи за нови, перспективни изследвания.

ПРИНОСИ НА АВТОРА

1. Предложена е типологизация (класификация) на евристичните подходи и разделянето им на стратегии, тактики и специализирани методи.

2. Анализирани са и са систематизирани методите за осъществяване на евристични дейности в аспекта на приложимост за решаване на физични задачи и проблеми.

3. Създаден е модел за описание на обучителната задача.

4 Показан е примерен корпус от задачи, за решаването на които се използват евристични подходи.



5. Предложени са несрещани в изследваната литература евристични подходи.

ПУБЛИКАЦИИ НА АВТОРА

1. Цонев, Н., Ангелов, К. Комплект електрически конструктор за раздел Електричество в 7, 9 клас с възможности за активен, евристичен, творчески процес. – В: 45-та национална конференция по въпросите на обучението по физика. Експериментът – основа на образованието по физика. София: Херон Прес, (2017).
2. Angelov, K. **Heuristic Methods in the Learning Process.** - 10th Jubilee International Conference. София: The Balkan Physical Union, (2018).
3. Kotseva, I., Gaydarova, M., Angelov, K., Hoxha, F. **Physics Experiments and Demonstrations Based on Arduino.** – В: 10th Jubilee International Conference. София: The Balkan Physical Union, (2018).
4. Angelov, K., F. Hoja. **Heuristic Physics Problems in the Works of George Pólya.** - VII национална студентска научна конференция по физика и инженерни технологии. Journal of Physics and Technology, Volume 1. Пловдив: УИ, (2018).
5. Ангелов, К. **Евристичните методи – ефективен интегрален подход при обучението за решаване на творчески задачи по физика.** – В: 47-ма национална конференция по въпросите на обучението по физика. Интегрален подход в обучението по физика. Велико Търново: СФБ, (2019).
6. Ангелов, К. **Обучението по евристика в рамките на неформалното изучаване на природните науки – възможност за продуктивно интегрално образование.** – В: 47-ма национална конференция по въпросите на обучението по физика. Интегрален подход в обучението по физика. Велико Търново: СФБ, (2019).

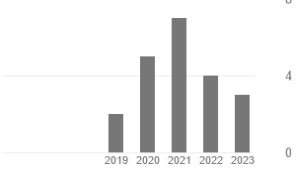
Google Scholar

Review affiliation
Help colleagues find you. [REVIEW](#)

 **Kalin Angelov** 
Sofia University
Verified email at phys.uni-sofia.bg
[Physics](#) [Education](#) [Mathematics](#) [FOLLOWING](#)

Cited by

	All	Since 2018
Citations	21	21
h-index	1	1
i10-index	1	1



Co-authors [EDIT](#)
No co-authors

TITLE	CITED BY	YEAR
<input type="checkbox"/> Physics experiments and demonstrations based on Arduino I Kotseva, M Gaydarova, K Angelov, F Hoxha AIP Conference Proceedings 2075 (1), 180020	21	2019
<input type="checkbox"/> Heuristic methods in the learning process K Angelov AIP Conference Proceedings 2075 (1), 180026		2019
<input type="checkbox"/> Smartphones as a Tool for Measurement and Visualization in Physics Education I Kotseva, M Gaydarova, K Angelov Engineering and Science Education 2 (1), 2-2		2017
<input type="checkbox"/> Heuristic Physics Problems in the Works of George Pólya K Angelov, F Hoja		

▼ Моите курсове

▼ **Защита за придобиване на ОНС "доктор" на Калин Анг...**

- > Участници
- Компетенции
- Оценки

Състояние на заданието

Състояние на заданието	Предадена за оценка
Състояние на оценяването	Неоценена
Оставащо време	8 дни 2 часа
Последна промяна	сряда, 12 април 2023, 15:43
Качване на файлове	 2-дисертацияКалин1_КOPP-23.3.23-ПОСЛЕДНО.pdf Similarity Coefficient 1: 2.3% 2 април 2023, 15:42 Similarity Coefficient 2: 0.8%  + Export to portfolio

ЛИТЕРАТУРА

1. Адамар, Ж. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. — Москва. (1970).
2. Алексеев, Н. Познавательная деятельность при формировании осознанности решения задач. Автореферат канд. дисс. — М. (1975).
3. Алексеев, Н., Юдин Э. О психологических методах изучения творчества. — В кн.: Проблемы научного творчества в современной психологии. — М. (1971).
4. Альтшуллер, Г. Творчество как точная наука. — М. (1979). — посочено
5. Алыпшуллер Г., Верткин И. Как стать гением: Жизн. стратегия творч. личности. Минск, (1994).

32 | Автореферат на дисертационен труд на тема: Евристичният подход при решаването на физични задачи в училищния курс по физика. Докторант - Калин Ангелов. Научен ръководител: доц. д-р Мая Гайдарова. 2023.

6. Андреев, В. Педагогическая эвристика для творческого саморазвития многомерного мышления и мудрости: монография – Казан: Центр инновационных технологий, (2015).
7. Андреев, В. Эвристика для творческого саморазвития, К., (1994).
8. Андреев, М. Процессът на обучение /Дидактика/, София: УИ, (1996).
9. Анцыферова, Л. Роль анализа в познании причинно-следственных отношений. — В кн.: Процесс мышления и закономерности анализа, синтеза и обобщения. — Москва, (1959).
10. Анцыферова Л. Теория интеллектуальных операций О. Зельца. — В кн.: Основные направления исследований психологии мышления в капиталистических странах. — М., (1966).
11. Аристотел. Съчинения, Том II. Част I. Физика, превод от старогръцки Цочо Бояджиев. София, (2012). - посочено
12. Балаш, В. Задачи по физике и методы их решения, Москва: Просвещение, (1974).
13. Беликов, Б. Решение задач по физике. Общие методы. М.: Высшая школа, (1986).
14. Балл, Г. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект.– М.: Педагогика, (1990).
15. Бижков, Г. Методология и методи на педагогическите изследвания, София: УИ, (1995). - посочено
16. Бижков, Г. Теория и методика на дидактическите тестове. София: Просвета, (1996).
17. Богдан, В.И., В.А. Бондарь, Д.И. Кульбицкий, В.А.Яковенко. Практикум по методике решения физических задач, Минск, (1983).
18. Большая советская энциклопедия. Трето издание. 29-и том. Москва (1969 — 1978).
19. Брунер, Дж. Психология познания, Москва: Прогрес, (1977).
20. Брушлинский А. Психология мышления и кибернетика. — М., (1970).
21. Бугаев, А. Методика преподавания физики в средней школе, Москва: Просвещение, (1981).
22. Бушев, М. Синергетика, Хаос, ред, самоорганизация, София: (1992).
23. Вагин, В. Дедукция и обобщение в системах принятия решений, Москва: Наука, Физматлит, (1988).
24. Вертгеймер, М. Продуктивное мышление. Прогресс. Москва (1987).
25. Виготски, Л. Психология на изкуството, София: Наука и изкуство, (1978).
26. Виготски, Л. Въображение и творчество в детска възраст, издадена като „Въображение и творчество на детето“, София: Наука и изкуство (1982).
27. Виготски, Л. Мислене и Реч, София: Наука и изкуство, (1983).
28. Виготски, Л. Избрани психологически произведения, София: Псидо, (2005).
29. Винокурова, Н. Сборник тестов и упражнений для развития ваших творческих способностей. М., (1995).

30. Влазнев, А. Обучение студентов эвристическим приемам решения творческих задач в условиях модернизации образования, сп. Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Гуманитарные науки. – № 1 (29), (2014).
31. Гайдарова, М. Методът на размерността в обучението по физика. Физика, 6. (2005). - посочено
32. Гальперин П., Данилова, В. Воспитание систематического мышления в процессе решения малых творческих задач. — Вопросы психологии № 1, (1980)
33. Гальперин, П. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий. — В кн.: Исследования мышления в советской психологии. — Москва, (1966).
34. Гарднър, Х. Множеството интелигентности. София (2014). - посочено
35. Гелернтер, Х., Рочестер, Д. Работа машины по доказательству геометрических теорем. — В кн.: Вычислительные машины и мышление. — Москва, (1967)
36. Гигеренцер, Г. Гласът на интуицията. София: Изток-Запад.(2009). - посочено
37. Господинов, Б. Научното педагогическо изследване, УИ „Св. Климент Охридски”, София, (2016). - посочено
38. Гроздев, С. Морфодинамиката за развитието на ноосферния интелект, София: Изток-запад, (2016). - посочено
39. Гроздев, С. Синергетика на ученето, сп.Педагогика, кн.7, (2002).
40. Гурова, С., Психологически анализ решения задач, Воронеж: УИ-Воронежки университет, (1976). - посочено
41. Гурова, С., Психология мышления, Москва, (2005). - посочено
42. Декарт, Р. Правила для руководства ума, Москва, (1950). - посочено
43. Декарт, Р. Рассуждение о методе, Москва, (1953).
44. Джеймс, У. Психология. — Спб., (1896).
45. Данкер, К. Психология продуктивного (творческого) мышления. — В кн.: Психология мышления. — М., (1965), - посочено
46. Еко, Умберто. Кант и птичечовката. София, (2004).
47. Емилов И, А. Тафрова – Григорова. Конструктивистка учебна среда в часовете по химия – едно международно изследване - резултати от международното изследване на тема „Конструктивистки практики в обучението по химия – България, Балканите и Европа”, сп. на СУ за образователни изследвания, 2014/4, (2014).
48. Енциклопедия Британика. <https://www.britannica.com/topic/thought/Types-of-thinking> (последно видяно 22.8.19 г. 17:23).
49. Иванов, Д. Експериментални задачи по физика, С., (1988).
50. Иванов, Д. Забавни опити по физика, София: Просвета, (2001). – посочено
51. Идобаева, Т. Ориентировка в структуре действия и обобщение анализа задач. — Автореф. канд. дисс. — Москва, (1981).
52. Ильин, В. Теория познания. Эпистемология. — Москва, (1994).
53. Ильин, Е. Психология творчества, креативности).
57. Калюшина, И. Структура и механизмы творческой деятельности.

34 | Автореферат на дисертационен труд на тема: Евристичният подход при решаването на физични задачи в училищния курс по физика. Докторант - Калин Ангелов. Научен ръководител: доц. д-р Мая Гайдарова. 2023.

58. Канеман, Д. Мисленето. София: Изток-Запад.)2012). (Оригиналът: „Thinking, Fast and Slow”, (2011) - посочено
59. Ковальски, Р. Логика в решении проблем. Москва, Наука (1990). - посочено.
60. Козелецкий, Ю. Психологическая теория решения. Москва, Прогрес, (1979)- посочено
61. Колмогоров, А. О профессии математика. Москва, Изд.МГУ, 1959. - посочено
- Коменский, Я. Великая дидактика. М., (1989). посочено
62. Коцева-Георгиева, И. Дисертация за присъждане на образователна и научна степен „доктор” на тема: Понятието функция в интердисциплинарното обучение по физика и математика. (2016). посочено
63. Крутецкий, В. Психология математических способностей школьников. Москва: Просвещение, (1968). посочено
64. Крутецкий, В. Вопросы психологии способностей школьников. Москва: Просвещение, (1964).
65. Кузнецов, А. Как работают и думают физики. М. Ижевск: НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика”. (2006). посочено
66. Кузнецов, А., Кузнецов, С., Мельников, Л. Савин, А.. Неформальная физика Саратов: Научная книга, (2006). посочено
67. Кузнецов, А., Кузнецов, С., Савин, А., Станкевич, Н.. Анализ в физике. Саратов: Научная книга, (2008). посочено
68. Кулюткин, Ю. Эвристические методы в структуре решений, Москва: Педагогика, (1970). посочено
69. Куписевич, Ч. Основы общей дидактики / превод от полски. М., (1986). посочено
70. Кюлджиева, М. Дидактика на физиката в средното училище, Шумен: УИ,(1997).
71. Ланге, В. Экспериментальные физические задачи на смекалку. М.(1985).
72. Лехнер, Й. и колектив. Проблемното обучение по физика, София: УИ, (1990).
73. Леонтиев, А. Общее понятие о деятельности – В основ речевой деятельности, Москва, (1974).
74. Лихачев, Д. О филологии. С.173-203 - Задачи текстологии. Москва (1989).
75. Лоренц, К. Обратная сторона зеркала, Philosophical arkiv, Sweden, http://www.aifet.com/books/transl_v1_Lorenz.pdf (17.3.17-11:20).
76. Лоренц, Е. Природа на хаоса, София: УИ, (2000).
77. Мавродиева, И., Тишева, Й. От реферата до магистърската теза. Академично писане за студенти, София: БГ УЧЕБНИК, (2016).
78. Майерс, Д. Интуиция. Возможности и опасности. — СПб. (2012).
79. Маковецкий, П. Смотри в корень! – Москва. (1979).
80. Манев, С., С. Томова, А. Тафрова, Мая Гайдарова, К. Тютюлков, К. Йотовска, Р. Петкова., Задачи и упражнения по природните науки за 5.—8. клас (Ключови компетентности), София: Просвета, (2011).
81. Маслоу, Е. Мотивация и личност., София: Кибя, (2001).
82. Матюшкин, А. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. — М., (1972).

35 | Автореферат на дисертационен труд на тема: Евристичният подход при решаването на физични задачи в училищния курс по физика. Докторант - Калин Ангелов. Научен ръководител: доц. д-р Мая Гайдарова. 2023.

83. Махмутов, М. Проблемное обучение. — М., (1975).
84. Мърваков, Д., В.Иванов. Сборник задачи по физика за 9.-10.клас.София: Просвета. (2005).
85. Нечаев, Н. Психолого-педагогические основы формирования профессиональной деятельности. — М., (1988).
86. Нильсон, Н. Искусственный интеллект. М., (1973).
87. Нушич, Б. Реторика. София: Сибия, (2010).
88. Ньюэл, А., Шоу Д., Саймон Г. Процессы творческого мышления. — В кн.: Психология мышления. — М., (1965).
89. Нов правописен речник на българския език. БАН, Институт за български език, София. Издателство „Хейзъл" (2002).
90. Оганесян, В., Ю.Колягин, Г.Луқанкин, В. Саннинский. Методика преподавания математики в средней школе. Москва: Просвещение, (1980).
91. Орехов, А. Формирование приемов эффективного решения творческих задач. — Дисс. канд. психол. наук. — М., МГУ, (1985).
92. Орехов, А., И. Ильясов. Обучение рациональным приемам решения творческих задач. Вестник высшей школы, № 5 (1987).
93. Перельман, Я. Занимательная физика, Москва, (1945).
94. Пиаже, Ж. Генетическая эпистемология, В.: св.Вопросы философии. — (1993. — № 5, Москва, (1993).
95. Платон, Диалози – том 2, София, (1982).
96. Пирьов, Г. Педагогическа психология. София. (1975).
97. Поанкаре, А. О науке, Москва, (1990).
98. Поанкаре, А. Математическое творчество, В.кн.Исследование психологии процессе изобретения в области математики.(Ж.Адамар), Москва, (1970).
99. Пойа, Д. Математическое открытие. Москва, (1975). - посочено
100. Пойа, Д. Как се решава задача, София: Народна просвета, (1972). - посочено
101. Пойа, Д. Математика и правдоподобни разсъждения, София: Народна просвета, (1978).
102. Пономарев, Я. Психология творчества. — М., (1976).
103. Пономарев, Я. Развитие проблем научного творчества в советской психологии. — В кн.: Проблемы научного творчества в современной психологии. — М., (1971).
104. Пономарев, Я. Фазы творческого процесса. — В кн.: Исследование проблем психологии творчества. — М., (1983)
105. Попов, Хр. 125 + 33 решени задачи от класическата физика. София: УИ (2016).
106. Попов, Ц. Учебният експеримент в извънкласното обучение по физика. София: сп.Физика - кн.4, (1986).
107. Поппер, К. Эволюционная эпистемология и логика социальных наук, Москва: Эдиториал УРСС, (2000).
108. Поппер, К. Логика и рост научного знания, Москва: Прогрес, (1983).
109. Пospelов, Д. В. Пушкин. Мышление и автоматы, М., (1972).

110. Пуанкаре, А. Математическое открытие. — В кн.: Ж. Адамар. Исследование психологии процесса изобретения в области математики. Приложение 3. — М., (1970).
111. Пушкин, В. Евристика – наука за творческото мислене, София: Наука и Изкуство, (1981).
112. Пушкин, В. Оперативное мышление в больших системах, Москва, (1965).
113. Разумовский, В. Развитие творческих возможностей учащихся, Москва: Просвещение, (1974).
114. Разумовский, В. Творческие задачи по физике. Москва: Просвещение, (1966).
115. Ракитов, А. Философски проблеми на науката. М., 1977.Фридман, Л. Основы проблемологии. М., (2001).
116. Рейтман, У. Познание и мышление. М. (1965). - посочено
117. Решетова, З. О путях формирования творческого мышления. — Вест. Высш. Школы № 1, (1986).
118. Решетова, З. Самоненко Ю. Системный тип ориентировки в предмете и эвристические возможности учащихся. — Вестник МГУ, сер. 14 "Психология", (1982).
119. Рубинштейн, С. О мышлении и путях его исследования. — М., (1958). - посочено
120. Саранова, Е., С. Порязов, Г. Петров. Средства за симуляция на системи за масово обслужване – обзор на възможностите им, В: Моделиране и управление на информационните процеси, София, (2010).
121. Седефчева, В. Славянската тема в романите на Милош Църнянски., В.Търново, (2017). - посочен
122. Семенов, И. Системный подход к изучению организации продуктивного мышления. — В кн.: Исследование проблем психологии творчества. — Москва, (1983).
123. Семенов, И. Степанов С.. Проблема предмета и методика психологического изучения рефлексии. — В кн.: Исследование проблем психологии творчества. — М., , с.154-181(1983).
124. Семенов, И. Проблемы рефлексивной психологии решения творческих задач. — М., (1990).
125. Славин, Р. Педагогическа психология., София, (2004).
126. Славская, К. Мысль в действии. — Москва, (1968).
127. Спиридонов, В. Психология мышления: Решение задач и проблем: Учебное пособие, М., (2006).
128. Степаносова, О. Современные представления об интуиции. Сп. Вопросы психологии № 4. (2003).
129. Стърнбърг, Р. Когнитивна психология. София: Изток-Запад. 2012. (Оригиналът: „COGNITIVE PSYCHOLOGY Fifth Edition“ (2019). - посочено
130. Тихомиров, О. Структура мыслительной деятельности человека. — М., (1969).
131. Тонов, И. Евристката – наука, изкуство, занаят., София: СУ-ФМИ, (2012).
132. Трашлиев, Р. ЗАДАЧАТА /Психолого-педагогически проблеми. София, Печатна база на МНП, (1989).
133. Тулчински, М. Забавни задачи-парадокси и задачи-софизми по физика. С. (1983).

134. Тълковен речник на руския език .<https://www.vedu.ru/bigencdic/72832/> (последно видяно – 22.8.2019, 20:26).
135. Уокър, Д. Летящият цирк на физиката. С. (1985).
136. Фрайер, К., Р.Геблер, В.Мьоклер. Добре замисленото е наполовина решено. С.(1978).
137. Фридман, Л., Турецкий, Е. Как научиться решать задачи. — Москва, (1989).
138. Фридман, Л. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. — Москва: Педагогика, (1977).
139. Фридман, Л. Основы проблемологии. — Москва, (2001).
140. Фридман, Л. Что такое математика. (3-е издание) — Москва: Либроком, (2013).
141. Концепцията на Лев Фридман за саморазвиващото се обучение, самоорганизация и самостоятелност: <http://www.pedpro.ru/theory/12/196.htm> (17.3.17-10:05)
142. Холмогорова, А., Зарецкий В.К., Семенов И.Н. Рефлексивно-личностная регуляция целеобразования в норме и патологии.— Вестник МГУ. Серия 14 "Психология", (1981).
143. Хуторской, А. Дидактическая эвристика. Теория и технология креативного обучения. — Москва: МГУ, (2003).
144. Хуторской, А. Эвристическое обучение: Теория, методология, практика. - Москва: Международная педагогическая академия, (1998).
145. Хьел, Д., Зиглер, Д. Теория личности, Москва, (2000).
147. Шадриков, В. Психология деятельности и способности человека: Учеб. пособие. Москва, (1996).
148. Шапиро, С. И. От алгоритмов – к суждениям. М., (1973).
149. Шубинский, В. С. Педагогика творчества учащихся. М., (1988).
150. Эсаулов, А. Психология решения задач в учебно-познавательной деятельности студентов. — В кн.: Активизация познавательной деятельности студентов. — Ленинград, (1973).
151. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing. New York: Longman. (2001).
152. Bartlett, F.S. Thinking An experimental and social study. — London, (1958).
153. Bloom, B.S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York: Longman. (1956).
154. Bohm, I., Schneider J. Productive Learning — An Educational Opportunity for Young People in Europe. IPLE. Schibri-Verlag. Berlin—Milow, (1995).-посочено
155. Bolzano, B. Wissenschaftlehre. Bande 3, Sulzbach, (1837).
156. Chipman, S., Glaser R. (Eds) Thinking and Learning Skills. Vol. 1 Relating Instructions to Research. — Nillsdale, New Jersey, London, (1985).
157. Covington, M., Grutchfield R.S., Davis L.B., Olton R.M. The productive thinking program: A course in learning to think. — Ohio, (1974).
158. Daniels-McGhee, S., Davis C.A. The imagery-creativity connection // Journal of Creative Behavior. Vol. 28 (3). (1994). посочено

159. Davis, C.A. Portrait of the Creative Person // The Educational Forum Volume. Vol. 59(4) Summer. (1995). посочено
160. Davis, G. Research and development in training creative thinking. — In: J. R. Levin and V. E. Allen (Eds) Cognitive learning in children Theories and strategies. — N. Y. Academic Press, (1976).
161. Davis, G. Psychology of problem solving. — N. Y., (1973).
162. Davis, G. and Houtman P. Thinking creatively (1968).
163. De Bono, E. The Cort Thinking Program. — In: Segal J. W.
164. De Bono, E. Lateral thinking Creativity step by step. — N. Y., (1970).
165. Flavel, J.H. and Dragens J. A micro-genetic approach to perception and thought. — Psychological Bulletin, v. 54, N 3, (1957).
166. Gilford, J.P. The nature of human intelligence. N. Y., (1967). посочено
167. Gordon, W.J.J. Synectics. — N. Y., (1961).
168. Groner, Rudolf & Marina Groner Heuristische versus algorithmische Orientierung als Dimension des individuellen kognitiven Stils. In K. Grawe, N. Semmer, R. Hänni (Hrsg.), Über die richtige Art, Psychologie zu betreiben . Göttingen, Hogrefe (1991).
169. Hayes, J. The complete problem solver. — Philadelphia, (1981).
170. Hayes, J. Three Problems in Teaching General Skills. — In:
171. Heller, Ken (School of Physics and Astronomy University of Minnesota). Strategies for Learning to Solve Physics Problems - Details at <http://groups.physics.umn.edu/physed/> - Supported in part by Department of Education (FIPSE), NSF, and the University of Minnesota.
172. Learning, Skills. Vol. 2. Hillsdale. — New Jersey, London, (1985),
173. John, E. Contributions to the study of the problem-solving process. — Psychological Monographs, , vol. 71, N 18, WN 447. (1957).
174. Irvin, Jane (Griffith University: jdirvin_4505@yahoo.com). Social Constructivism in the Classroom: From A Community of Learners to A Community of Teachers, Proceedings of the 31st Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, M. Goos, R. Brown, & K. Makar (Eds.), © MERGA Inc. (2008).
175. Lindsay, P., Norman, D. Human Information Processing. — N. Y.-L., (1972).
176. Osborne, A. Applied imagination. — N. Y., (1963).
177. Pappus Alexandrinus. — Collectio, Berlin, (1877).
178. Pascal, B. Oeuvres. — Paris, , vol. 3., (1819).
179. PISA Creative Thinking Framework. OECD. (2019).
180. Rubinstein, M. A decade of experience in teaching an interdisciplinary problem-solving course. — In: D. T. Tuma and F. Reif (Eds) Problem solving and education.. — N. J., (1980).
181. Slovic, P., Melissa L. Finucane, Ellen Peters, Donald G. MacGregor (2006). The affect heuristic. European Journal of Operational Research 177 (2007)
182. Van de Geer, J.P. A psychological study of problem solving. — Amsterdam, (1957).
183. Wickelgren, W. How to solve problems. — N. Y., 209 p. (1974).

БЛАГОДАРНОСТИ

Изказвам най-сърдечни благодарности на научния ми ръководител доц. д-р Мая Гайдарова за огромната методична подкрепа, разбирането и помощта през целия творчески период и особено в тежките за мен моменти.

Отдавам дължимото на доц. д-р Цвятко Попов, светла му памет, за сериозната вдъхновяваща помощ.

Благодарен съм на доц. д-р Димитър Мърваков за важната подкрепа в процесите на решаване на най-разнообразни задачи.

Благодаря на д-р Ивелина Коцева за конструктивните съвети и помощ.

Признателен съм и на целия екип на Катедра „Методика на обучението по физика“, Физически факултет на Софийския университет, за топлия прием, добрите взаимоотношения и подкрепата.

Благодарен съм за съветите и съавторството в някои от публикациите на добрия ми приятел инж. мат. физ. Николай Цонев.

Благодаря на д-р Клавдий Тютюлков за методичната и морална подкрепа, особено в началото на публикационната ми активност.

Посвещавам настоящия труд на сестра ми проф. дфн Искра Ликоманова.