**Національний педагогічний університет
імені М.П.Драгоманова**

ВІДНІЧУК Микола Антонович

УДК 53(077.7)

ФОРМУВАННЯ ВМІНЬ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ВИНАХІДНИЦЬКІ ЗАДАЧІ В КУРСІ ФІЗИКИ ЗАГАЛЬНООСВІТНЬОЇ ШКОЛИ

13.00.02 – теорія і методика навчання фізики

Дисертація
на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник:
кандидат педагогічних наук, професор
Коршак Євген Васильович



Київ - 2003

ЗМІСТ

ВСТУП 3
РОЗДІЛ І. ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ. НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАДАЧ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ 9
1.1. Винахідницькі задачі у навчанні фізики як предмет дослідження 9
1.2. Роль і місце навчальних задач в процесі вивчення фізики 10
1.3. Концепція інтенсифікації творчості 17
1.3.1. Зміст поняття “винахідницька задача” 18
1.3.2. Класифікація винахідницьких задач 19
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ВМІНЬ РОЗВ’ЯЗУВАТИ ВИНАХІДНИЦЬКІ ЗАДАЧІ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ 25
2.1. Особливості методики формування вмінь розв'язувати винахідницькі задачі 25
2.2. Основні методи і прийоми розв'язування винахідницьких задач 28
2.3. Психолого-педагогічні засади розв’язування винахідницьких задач з фізики 44
2.4. Подолання психологічної інерції в розв’язуванні винахідницьких задач 59
2.5. Асоціативні методи пошуку технічних розв'язків 64
2.6. Неалгоритмічні методи систематичного пошуку 76
2.6.1. Морфологічний аналіз 76
2.6.2. Методи пошуку, засновані на комбінаторному принципі 79
2.6.3. Функціонально-вартісний аналіз 81
2.7. Алгоритмічні методи пошуку нових технічних розв'язків 83
2.7.1. Закони розвитку технічних систем 84
2.7.2. Алгоритм розв’язування винахідницьких задач 86
2.7.3. Вдосконалення алгоритму розв’язування винахідницьких задач 87

2.7.4. Перспективні напрямки розвитку теорії розв’язування винахідницьких задач 95
2.8. Організація процесу постановки та розв’язування винахідницьких задач 98
2.8.1. Репольний аналіз 101
2.9. Етапи та деякі прийоми розв’язування винахідницьких задач 104
2.10. Система завдань для розв’язування винахідницьких задач в курсі фізики загальноосвітньої школи 112
2.10.1. Механічні явища 113
2.10.2. Тиск в рідині і газі 120
2.10.3. Плавання тіл 125
2.10.4. Теплові явища. Зміна агрегатного стану 129
2.10.5. Електричний струм 141
2.10.6. Електромагнітне поле 147
2.10.7. Електромагнітні явища. Електростатичні явища 154
2.10.8. Електромагнітне випромінювання 157
2.10.9. Акустичні явища 158
2.10.10. Світлові явища. Оптика 159
2.11. Використання винахідницьких задач в позакласній та позаурочній роботі 160
РОЗДІЛ 3. ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ 170
3.1. Пошуковий експеримент 170
3.2. Констатуючий експеримент 172
3.3. Формуючий експеримент 176
ВИСНОВКИ 183
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 186
ДОДАТКИ 210

ВСТУП

Перехід України до ринкової економіки вимагає прискорення науково-технічного прогресу, пошуку та впровадження нових технологій, новаторських рішень з метою створення конкурентоспроможної продукції.

В зв'язку з цим постають принципово нові вимоги і перед системою освіти. Перш за все – це формування творчої особистості, здатної не просто засвоїти найвищі наукові та технологічні досягнення, але й самоудосконалюватись, розвиваючи їх. Це дасть можливість здійснити перехід від репродуктивних виробничих відносин до продуктивних.

В свою чергу, розв'язання проблеми розвитку інтелекту особистості можливе лише внаслідок реалізації принципу єдності навчання, виховання і розвитку особистості, спрямованого на підвищення якості знань і формування творчих здібностей учнів на основі широкого впровадження активних форм, сучасних методів і методик навчання.

"Мова йде не просто про деякі доповнення і зміни в змісті освіти і методах навчання, а про докорінне поліпшення якості знань і виховання учнів, про інтеграцію навчально-пізнавального процесу, оскільки екстенсивні резерви вже в значній мірі використані" – писав В.Г. Разумовський [198, с.3-9]. Такі підходи знайшли відображення в Національній доктрині розвитку освіти України: "Держава повинна забезпечувати: "…підготовку кваліфікованих кадрів, здатних до творчої праці, професійного розвитку, освоєння і впровадження наукоємних та інформаційних технологій, конкурентоспроможних на ринку праці; створення умов для розвитку обдарованих дітей і молоді…"

На сучасному етапі реформування освітньої галузі, в зв'язку з впровадженням профільності старшої загальноосвітньої школи, проблема формування вмінь розв'язувати винахідницькі задачі набуває

актуальності, особливо для шкіл технологічного і фізико-математичного профілю. Адже державними стандартами освіти, що запроваджуються, в галузі “Технологія” виділено осібно змістову лінію “Технологія творчості”. Вона передбачає оволодіння учнями вміннями розв’язувати винахідницькі задачі.

Проблема підвищення рівня і якості знань учнів особливого значення набуває в процесі вивчення фізики, роль якої в науково-технічному прогресі важко переоцінити. Цим зумовлюється необхідність розробки методів навчання, побудови системи методичних знань, спрямованих на підвищення інтелектуальної активності учнів у оволодінні сучасними знаннями з фізики, розвиток їх здібностей самостійно здобувати знаня і творчо застосовувати їх в нових умовах. Без цього неможлива активна участь в сучасному виробництві, в удосконаленні його технологій на основі винахідництва та раціоналізаторства, в розв’язанні надзвичайно важливих для людства екологічних проблем.

Однак, як свідчать наслідки поточного контролю знань учнів, результати вступних випробувань до вищих навчальних закладів, рівень і якість навчальних досягнень учнів з фізики є досить низькими [27,68].

Проведені дослідження показують, що однією з причин цього є формалізм, який має місце при розв'язуванні школярами звичайних текстових задач, тобто в самому методі викладання фізики. Розв'язування таких задач здійснюється в більшості випадків формально, без вникання в зміст описаних в умовах задач фізичних явищ. Процес розв'язування текстових задач часто зводиться лише до підбору рівнянь, в які входять дані в умовах фізичні величини і їх математичного розв'язання стосовно шуканої величини.

Виникає потреба в пошуках нових шляхів підвищення рівня навчальних досягнень учнів.

Це і стало основою при визначенні ТЕМИ даного дослідження:

“Формування вмінь розв’язувати винахідницькі задачі в курсі фізики загальноосвітньої школи”.

АКТУАЛЬНІСТЬ даної проблеми зумовлена необхідністю підвищення рівня і якості знань учнів з фізики і недостатньою розробкою питання використання для досягнення названої мети винахідницьких задач.

ОБ’ЄКТОМ даного дослідження є навчальний процес з фізики в загальноосвітній школі.

ПРЕДМЕТОМ дослідження є розв'язування винахідницьких задач з фізичним змістом, відповідна методика і засоби навчання.

В основу дослідження було покладено робочу ГІПОТЕЗУ, згідно з якою широке застосування в процесі вивчення фізики винахідницьких задач дозволить підвищити рівень навчальних досягнень учнів з даного предмету.

Головною МЕТОЮ дослідження є теоретичне і експериментальне обґрунтування можливості підвищення рівня і якості знань учнів загальноосвітніх шкіл в результаті широкого застосування винахідницьких задач в навчальному процесі з фізики.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі завдання:

1. Здійснити аналіз ролі і місця навчальних, зокрема, винахідницьких задач в процесі вивчення фізики, проаналізувати їх характерні особливості, специфіку дидактичних функцій, методики розв'язування.

2. Визначити шляхи вдосконалення методики застосування винахідницьких задач в процесі навчання, розробити методичні рекомендації щодо застосування цих задач на уроках фізики, заняттях гуртків і факультативів.

3. Розробити систему навчальних винахідницьких задач, які б

відповідали меті і завданням дослідження, розробити методику їх постановки і розв’язування.

4. Здійснити експериментальну перевірку доступності і педагогічної ефективності розробленої методичної системи розв’язування винахідницьких задач в процесі вивчення фізики.

Методологічною основою дослідження є загальна теорія пізнання, психолого-педагогічні теорії навчання і виховання, а також системно-структурний аналіз.

Для розв'язування поставлених завдань застосовувались такі методи дослідження:

– теоретичний аналіз праць, присвячених проблемам, пов’язаних з темою: метою дисертаційних досліджень;

– аналіз психолого-педагогічних досліджень, присвячених питанням використання навчальних задач в процесі вивчення фізики, а також питання підвищення рівня і якості знань учнів;

– аналіз досліджень в галузі винахідництва та раціоналізаторства і методів оволодіння теорією винахідництва;

– аналіз та узагальнення перспективного досвіду роботи кращих вчителів фізики в даному напрямку;

– педагогічний експеримент з наступною статистичною обробкою його матеріалів.

Структура дисертації обумовлена логікою дослідження.

На першому етапі, в результаті аналізу наукової і методичної літератури, узагальнення перспективного педагогічного досвіду і особистого досвіду роботи автора дослідження, було зроблено висновок про наявний формалізм при використанні в процесі вивчення фізики такого важливого методу як розв'язування навчальних задач, що суттєво впливає на рівень навчальних досягнень учнів з даного предмета.

Разом з тим було встановлено, що застосування винахідницьких задач деформалізує процес навчання, що приводить до підвищення

рівня і якості знань учнів з фізики.

На другому етапі дослідження були визначені шляхи вдосконалення методики застосування винахідницьких задач на уроках фізики, заняттях гуртків і факультативів, складені нові задачі. Було проаналізовано різні методи і методичні прийоми розв’язування винахідницьких задач, визначені їх недоліки і переваги, дані методичні рекомендації щодо їх застосування. Одночасно розроблялись методичні рекомендації щодо використання винахідницьких задач в процесі вивчення фізики.

Заключним етапом дослідження стало проведення педагогічного експерименту, в ході якого знайшла своє підтвердження гіпотеза про можливість підвищення рівня і якості знань учнів з фізики в результаті широкого застосування в навчальному процесі винахідницьких задач.

ТЕОРЕТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ І НАУКОВА НОВИЗНА проведеного дослідження полягає в наступному:

1. На основі теоретичного аналізу проблеми показана можливість підвищення рівня і якості знань учнів з фізики в результаті широкого застосування в навчальному процесі винахідницьких задач.

2. Було знайдено шляхи розширення дидактичних функцій винахідницьких задач, а також шляхи вдосконалення методики їх застосування в процесі вивчення фізики.

3. Розроблено систему навчальних винахідницьких задач, розроблені матеріали для їх впровадження.

ПРАКТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ роботи полягає в тому, що всі її результати доведені до рівня практичного застосування в масовій практиці навчання в загальноосвітній школі. Здійснено підбір винахідницьких задач, котрі згруповано відповідно до розділів шкільного курсу фізики. Для організації процесу постановки і розв'язування винахідницьких задач розроблені програма і методичні рекомендації.

На захист виносяться такі положення:

1. Необхідність створення винахідницьких задач і умов для їх

постановки.

2. Методика організації роботи гуртків і факультативів, спрямована на оволодіння методиками розв'язування винахідницьких задач, формування відповідних умінь і навичок та їх практичного використання.

3. Методика застосування винахідницьких задач в процесі вивчення фізики і шляхи її вдосконалення.

Основні результати дослідження опубліковані в дванадцяти роботах.

Апробація дослідження здійснювалась в процесі експериментального вивчення фізики в чотирьох школах м. Рівного та області і в позашкільній роботі Рівненського міського та обласного центрів науково-технічної творчості учнівської молоді /1992-2000рр./.

Результати досліджень доповідались і обговорювались:

- на засіданні методичної ради з питань впровадження теорії розв'язування винахідницьких задач Рівненського державного обласного центру НТТУМ;

- на постійнодіючому семінарі Української лабораторії педагогіки ТРВЗ;

- на курсах підвищення кваліфікації вчителів фізики при Рівненському інституті підвищення кваліфікації педагогічних кадрів;

- на науково-практичній конференції “Взаємозумовленість творчої роботи педагога та особистісного росту учня” (м. Рівне, 1999 р.);

- на Всеукраїнській науково-практичній конференції “Проблеми дидактики фізики в загальноосвітній школі“ на базі Уманського державного педагогічного університету імені П. Тичини (2001 р.).

В 1997 році під керівництвом дисертанта розпочато роботу експериментально-дослідницького майданчика на базі: Рівненського міського ліцею “Створення умов для розвитку творчої особистості в процесі впровадження елементів ТРВЗ в навчально-виховну діяльність”.

РОЗДІЛ І. ПРЕДМЕТ І ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ. НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАДАЧ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

1.1. Винахідницькі задачі у навчанні фізики як предмет дослідження

Єдиного визначення поняття задачі немає ні в психологічній, ні в педагогічній літературі. Так О.М.Леонтьєв відмічає, що задача — це "мета, поставлена в певних умовах" [124, с.309], О.М.Матюшкін вважає, що за допомогою поняття "задача" частіше всього позначають такі "інтелектуальні завдання, в результаті виконання яких людина повинна розкрити деяке шукане співвідношення, властивість, величину, дію" [137, с.274]. О.Ф.Есаулов поняття задачі розглядає на основі здійснюваних інформаційних процесів [281, с.17].

З точки зору психології, будь-яка цілеспрямована діяльність, в тому числі і навчально-пізнавальна, є системою процесів розв'язування задач. "Навіть в тих випадках, коли учні тільки слухають будь-яку розповідь педагога і, здавалось би, ніяких задач не розв'язують, не виконують очевидних обчислень, в дійсності і в цих умовах вони все ж мають справу з поставленими перед ними навчальними задачами, але останні настільки сильно відрізняються за своїми структурно-компонентними характеристиками від звичайного, широко поширеного уявлення про задачу як неодмінно обчислювальний апарат, що це створює помилкове враження про навчальну діяльність, яка успішно здійснюється за межами будь-яких задач", — писав О.Ф.Есаулов [281, с.27].

За місцем в навчанні задачі поділяють, як мінімум, на два класи. До першого класу відносять задачі, які розв'язують учні, тобто ті, за допомогою яких здійснюють навчальну діяльність. Такі задачі називають навчальними. До другого класу відносять дидактичні задачі, які

дозволяють здійснювати управління навчальною діяльністю.

Якісна та кількісна характеристики фізичного процесу мають ряд величин або особливостей. Одні з них можна визначити безпосередньо, інші – ні. Тоді виникає необхідність знаходження невідомих характеристик розглядуваного явища або процесу. Словесний або символічний опис цієї ситуації і є фізичною задачею.

Винахідницькі задачі виникають як знакові, тобто словесно-символічні моделі проблемних ситуацій.

При розв’язуванні винахідницьких задач в учнів розвивається гнучкість мислення, здатність до сприйняття неоднозначних речей, явищ, процесів, тобто формується інтелект.

У методиці викладання фізики винахідницькі задачі зустрічаються майже в усіх збірниках задач, проте відсутність системного підходу до їх застосування, відсутність методик стосовно їх розв’язування, призводить до того, що такі задачі розв’язуються методом спроб і помилок або – в кращому разі – методом мозкового штурму. Необхідність системного підходу до розв’язування такого типу задач обгрунтовано в працях Г.С. Альтшуллера, В.Г. Разумовського, Ю.П. Саламатова, А.А. Давиденка.

Системне застосування винахідницьких задач дає можливість деформалізувати засвоєння знань з фізики, формує вміння швидко орієнтуватись в нових умовах, знаходити нетривіальні розв’язки.

1.2. Роль і місце навчальних задач в процесі вивчення фізики

Без розв'язування навчальних задач, котрі є обов'язковою складовою процесу вивчення фізики, курс фізики не завжди може бути засвоєним.

Під фізичною задачею В.Орєхов розуміє “проблему, що в загальному випадку розв'язується за допомогою логічних умовиводів, математичних дій і експерименту на основі законів і методів фізики" [91]. Методисти А.Усова і О.Бобров вважають, що "фізична задача — це

ситуація /сукупність певних факторів/, що потребує від учнів розумових і практичних дій на основі законів і методів фізики, спрямованих на оволодіння знаннями з фізики і на розвиток мислення" [253, с. 79].

Зауважимо, що в даному визначенні, на відміну від попереднього, є і дидактичні цілі процесу розв'язування задачі. Це наближає його до поняття навчальної задачі. "Навчальна задача, — визначає Д.Кульбицький,— відрізняється від інших задач тим, що її мета і результат - в зміні самого діючого суб’єкта, що полягає в оволодінні певними способами дії, а не в зміні предметів, з якими суб’єкт діє" [192, с.5].

В навчальній задачі певним чином фіксуються її вихідні дані /що дано, що відомо/ і вимога, питання /що потрібно довести, знайти, визначити, обчислити/. Розв'язати навчальну задачу — значить виконати її вимогу.

Навчальні задачі з фізики класифікують за різними ознаками: за змістом; за дидактичною метою; за способом вираження умови; за ступенем складності; за способом розв'язування тощо.

Кожен з вищеназваних класів має ще й свій внутрішній поділ. Так, наприклад, клас, виділений за ознакою змісту задач, містить в собі задачі, які можна розмежувати на конкретні, абстрактні, політехнічні, історичні та ін. Більш детальна класифікація навчальних задач з фізики дана в методичній літературі [26, 157, 253].

Розв'язування навчальних задач є одним з основних методів вивчення фізики. "Основна мета, що ставиться під час розв'язування задач, — сказано в "Основах методики навчання фізики в середній школі", — полягає в тому, щоб учні глибше зрозуміли фізичні закономірності, навчились розуміти їх в них і застосовувати їх до аналізу фізичних явищ, до практичних питань" [157, с.269].

Значний внесок в розробку проблем застосування навчальних задач

в процесі вивчення фізики внесли вчені-методисти: О.І.Бугайов, С.У.Гончаренко, С.Ю.Каменецький, Є.В.Коршак, С.С.Мошков, В.П.Орєхов, В.Г.Разумовський, А.В.Усова [26, 91, 106, 194, 199, 207, 253] та ін. Значних позитивних результатів у розвитку названого напрямку отримано в дослідженнях, проведених С.С.Мошковим, А.І.Павленком [159], В.І.Савченком [215], А.А.Давидьоном [61] та ін. Рекомендації цих досліджень значною мірою уже застосовуються у практиці вивчення фізики.

На розв'язування задач відводиться біля третини всього навчального часу, відведеного на вивчення фізики. Крім того, аналіз наукової і методичної літератури [26, 28, 129, 141, 157, 194, 198, 215, 251] дозволяє зробити висновок про подальше посилення уваги до використання задач в навчально-виховному процесі з фізики. Цього ж вимагають і програми з фізики загальноосвітньої школи. При цьому О.Бугайов відмічає, що розв'язування задач "виступає і як мета, і як метод навчання". [26]

Розв’язати фізичну задачу – це означає знайти таку послідовність загальних положень (законів, принципів тощо), при якій застосування їх до умов задачі або до їхніх наслідків дає те, що вимагається в задачі [207, с.191].

Нами виявлено, що в більшості випадків навчальні задачі складають штучно. За цього дотримуються певного маскування можливих розв'язків. "Суть всіх прийомів маскування розв'язку задачі, — пише психолог О.К.Тихомиров, — зводиться до того, щоб у того, хто розв'язує задачу, виявилось якомога менше можливостей виявити в початковій позиції ті орієнтовні віхи, які могли б підказати йому шлях до розв'язку” [243, с.21].

З точки зору психології для навчальних задач як компоненту навчальної діяльності "результат розв'язування навчальної задачі важливий не сам по собі, а у зв'язку з процесом розв'язування задачі, — як певний показник функціонування навчальної діяльності, рівня її сформованості.

Розв'язування навчальних задач має сенс лише у зв'язку з досягненням навчальної мети" [235, с.156].

Розв’язування задач – одне з форм мислення, що відображає процес розумової діяльності по перетворенню об’єкта, спрямована на результат даного перетворення.

Суттєвою є роль навчальних фізичних задач в розвитку творчих здібностей школярів, в їх підготовці до винахідницької та раціоналізаторської діяльності.

В процесі розв'язування задач учням показують реальну можливість застосування набутих знань на практиці, здійснюють розвиток інтересу до фізики, що веде до формування мотивів їх навчальної діяльності.

Розв'язування навчальних задач з фізики має і велике виховне значення, так як з їхньою допомогою ознайомлюють учнів з досягненнями науки і техніки, з історичними фактами, що пов'язані з розвитком фізичної картини світу, з конкретним внеском видатних вчених у розвиток основних фізичних і світоглядних ідей.

В процесі розв'язування фізичних задач з’являється можливість ознайомлення учнів з різними технічними пристроями і технологічними процесами. Це засвідчує, що названий метод навчання має великий потенціал для політехнічної освіти і професійної орієнтації учнів. Особливого значення цей метод набуває тоді, коли в умову задачі вводять дані, що характеризують місцеве виробництво. Важливість даного методу вивчення фізики полягає ще і в тому, що його застосовують при різних організаційних формах навчальної діяльності. Оптимальне поєднання цих форм сприяє активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів, що має вирішальне значення для підвищення результативності навчально-виховного процесу в школі.

За виявленим вмінням розв'язувати задачі роблять висновок про рівень засвоєння учнями навчального матеріалу, про якість знань з

фізики, тобто задачі виконують ще й контрольну функцію. А.Усова пише: "Вміння розв'язувати задачі... виступає як критерій засвоєння різних елементів знань ... Ступінь оволодіння вмінням розв'язувати задачі визначає якість знань учнів, можливість здійснення самостійної пізнавальної діяльності" [253, с.82].

Розкриваючи зміст деяких методів навчання і одночасно розвитку творчого мислення в процесі розв’язування продуктивних задач, автори роблять висновок про необхідність розробки в галузі кожної науки системи продуктивних навчальних задач різного ступеня складності, робота над якими розвиває в учнів здатність до їх творчого суб’єктивного розв’язування. Підкреслюється необхідність не лише розв’язування задач, але й навчання способам, що активізують вирішення проблеми, шляхам освоєння цих способів, підходи що вимагають самостійного комбінування раніше засвоєних способів, а отже створенню суб’єктивного нового способу розв’язування задач.

Н.Ф. Тализіна серед вимог до змісту і форми продуктивних задач висунула ряд вимог, з яких найбільш актуальними є суб’єктивна новизна та доступність узагальнення [239,с.79] .

Використовуються фізичні задачі на уроках різних типів, на окремих їх етапах, на заняттях гуртків і факультативів.

Поряд з цим, вміння розв'язувати фізичні задачі на даний час є слабкою ланкою навчально-виховного процесу з фізики. Про це свідчать роботи О.Бугайова, С. Гончаренка, Ю.Діка, О.Єноховича, Є.Коршака, Д. Костюкевича, О.Пьоришкіна, В.Разумовського, А.Усової [27, 157, 106, 192, 253] та ін. В результаті дослідження встановлено, що відсоток учнів, які не вміють самостійно розв'язувати задачі з фізики, зростає з переходом їх в старші класи, досягаючи максимуму /50%/ у випускному класі [157, с.196]. Вивчення рівнів знань в 1997 році (123 учні 11 класів шкіл Рівненської та 63 — Чернігівської областей) свідчать, що 23%

школярів мають слабкі знання з фізики.

Невміння розв'язувати задачі з фізики спостерігається не лише в ході поточного контролю знань учнів, але і під час складання випускних екзаменів та на вступних іспитах з фізики до вищих навчальних закладів . Значна кількість учнів і абітурієнтів розв’язує задачі формально, не вникаючи в їхній фізичний зміст. "Як правило, — відмічає О. Дробат, — вони пишуть набір формул, які в тій чи іншій мірі відносяться до умови задачі, а потім починають їх "перетасовувати" в надії отримати в кінці кінців потрібну" [68]. Аналогічні результати розв'язування фізичних задач отримані нами в ході опитування старшокласників. 127 з 165 учнів, що становить 77%, відповіли, що розв'язують задачі з фізики навздогад. Крім того, як вказує в своїх дослідженнях В.Савченко, в останні роки спостерігається зниження інтересу учнів до розв'язування фізичних задач [215, с.4].

Аналізуючи процес розв'язування задач з точки зору психології, О. Есаулов дійшов до висновку, що внаслідок формального розв'язування окремих типів навчальних задач значно знижується їх дидактична цінність. "На жаль, — пише О. Есаулов, — значна частина методистів в галузі фізики ... та інших предметів політехнічного циклу складають задачі згідно з виробленим певним законом: якщо вже задача навчальна, то вона не повинна містити ні завуальованих даних, ні прихованих вимог. А що ж залишається робити учням, коли перед ними виникає необхідність розв'язувати їх? Природно, що їм доводиться шукати той мінімум, залишений на їхню долю авторами навчальних задач. Дуже часто цим мінімумом є формальні закони, правила і формули, якими учні, мов "ключиками", "відмикають" задачі, не задумуючись над їх постановкою і розв'язуванням ... Такими задачами не лише буде вилучатись ініціативність і допитливість учнів, але й свідомо планується виховання формалізму в їхніх знаннях" [281, с.43, 44].

В процесі дослідження нами виявлено, що під час навчання фізики, при розв'язуванні задач, яке здійснюють формально, традиційно використовують текстові задачі. В зв'язку з цим, формалізм, наявний в одному з головних методів навчання, впливає в кінцевому рахунку на рівень і якість знань учнів з фізики.

В.Г. Разумовський встановив, що подолання формального засвоєння учнями знань, невміння застосувати їх на практиці, можливе за широкого застосування продуктивних задач, котрі привчають школярів осмислювати набуті ними знання, тобто активізують навчальний процес [193, 194,196,197,198,199].

Аналіз досвіду роботи передових вчителів фізики та особистий досвід роботи автора даного дослідження дозволяють зробити висновок про те, що при контролі знань більшість учнів можуть лише відтворити зміст повідомлення вчителя або ж тексту певного параграфа підручника, сформулювати визначення фізичного поняття або ж закон. Однак, вони відчувають значні утруднення у випадках, коли відповідь на поставлене запитання неможливо взяти в прямій формі безпосередньо з попереднього повідомлення вчителя або ж з тексту підручника. Розв'язування фізичних задач для цих учнів також можливе лише на репродуктивному рівні. В більшості випадків розв'язують лише найпростіші фізичні задачі. Більш складні задачі учнями або не сприймаються взагалі або ж розв'язуються за аналогією до раніше розв'язаних.

Наявний у вивченні фізики формалізм в знаннях учнів не сприяє і необхідному рівню розвитку творчих здібностей учнів. В роботі гуртків технічної творчості також спостерігається відтворювальна діяльність школярів. Гуртківці переважно займаються виготовленням різних виробів, приладів за готовими схемами, кресленнями або описами, опублікованими в різноманітних журналах та

методичних посібниках. В результаті здійснюють розвиток вмінь і навичок ремісника, що не співпадає з головною дидактичною метою діяльності гуртків технічної творчості, що, зрештою, випливає з самої назви. В.Разумовський підкреслює, що "діяльність учнів може бути названа творчою, якщо результатом її є продукт, що містить елементи новизни" [197, с.25].

Розв'язування традиційних текстових задач не завжди дозволяє безпосередньо знайомити учнів з творчими методами розв'язування нетипових задач, що не сприяє розвитку фізичного мислення в цілому та оволодінню ними науковими, усвідомленими і глибокими знаннями.

Найкраще формувати мислення саме в процесі розв’язування винахідницьких задач, коли людина сама визначає проблемні питання, формулює їх, а потім розв’язує. Тому при розв’язуванні навчальних задач не варто усувати всі труднощі на шляху розумової діяльності учня, оскільки лише в процесі подолання їх він зможе розвивати свої інтелектуальні здібності.

1.3. Концепція інтенсифікації творчості

Класифікація рівнів винаходів та винахідницьких задач є першим кроком в методології творчості. Проте, для оволодіння нею потрібний комплекс сучасних прийомів та методів творчої діяльності.

Оволодіння методами творчості, які значно підвищують рівень та швидкість створення і впровадження науково-технічних розробок, дозволяє перебудувати роботу з розвитку творчої активності, творчості учнів.

Аналіз такої складної та багатопланової проблеми, як інтенсифікація творчості, вимагає першочергово створення загальної концепції. Її формування різними фахівцями бачиться по-різному. Проте в загальному вигляді концепція інтенсифікації творчості може бути представлена як

поворот до творчості кожної людини і якості отриманих нею результатів.

Це означає, що для розробки концепції інтенсифікації творчості повинні використовуватись такі спеціально орієнтовані на це нові засоби інтенсифікації творчості, як її методичне озброєння та більш досконала організація. Причому вони повинні поєднуватись так, щоб їх ефективне використання залежало переважно від самої людини і приносило максимум користі і її особистому розвитку, і суспільству в цілому.

Обґрунтованість даної концепції підтверджується аналізом різних напрямків суспільної діяльності: науки, техніки, освіти, культури тощо. Розвиток кожної з цих галузей, активно впливаючи на освітній та культурний рівень розвитку людини, залежить, в свою чергу, від людського фактора.

1.3.1. Зміст поняття “винахідницька задача”

Технічна творчість як процес створення нового, підлягає об'єктивним законам і зокрема, закономірностям розвитку технічних систем і технічної діяльності [57,19, 20, 21]. Технічна діяльність включає в себе процеси мислення, котрі дозволяють вдосконалювати існуючі або створювати нові технічні системи [4, 6, 31, 83, 108, 127, 180, 185].

Для процесу технічної творчості характерна наявність проблемної ситуації, тобто невідповідності між особистими або суспільними потребами і реальною дійсністю. Внаслідок розумової діяльності винахідник усвідомлює і опрацьовує дану ситуацію, в результаті чого виникає винахідницька задача. Такі задачі досить важливі у вивченні фізики.

Проте винахідницьких задач ще мало в навчально-методичній літературі для вчителів фізики. Однак думка про необхідність використання таких задач у вивченні фізики для розвитку творчих здібностей учнів висловлювалась неодноразово (Г.С.Альтшуллєром, П.Амнуелем, Т.Є.Гнедіною, М.Л.Злотіним, А.В.Зусман, Г.І.Івановим,

Ю.П.Саламатовим, А.А. Давиденком (Давидьоном).

Під час розв'язування винахідницьких задач в мисленні взаємодіють усвідомлене з інтуїтивним на підставі логічних і психічних процесів (уяви, переживань тощо). Методика навчання фізики вимагає систематизації винахідницьких фізичних задач (подано в додатку А) та класифікації їх.

1.3.2. Класифікація винахідницьких задач

У теорії і практиці відомі методи та методики розрахунку технічного рівня розробок. Ці методики постійно вдосконалюються. Проте будь-якому творчому працівнику необхідно мати чіткі, доступні уявлення про рівні творчого пошуку, свого роду орієнтири для самооцінки його якісного рівня. До них належать:

- ступінь прогресивності галузі техніки або технології, в якій ведеться пошук;
- характер пошукового процесу (наскільки він творчий);
- рівні винаходу.

Оцінити прогресивність нової техніки та технології можна на основі комплексного аналізу характеристик розвитку і ефективності техніко-технологічних систем в порівнянні з показниками рівня науково-технічного прогресу.

Кожен новий рівень техніки характеризується внесенням принципово нової якості. Новий рівень відрізняється від попереднього якісним оновленням апаратурно-машинних елементів систем - їхніх основних вузлів, деталей, пристроїв контролю, схем управління. При цьому одночасно здійснюється перехід від створення окремих, незалежних одна від одної, нових машин і механізмів до систем узгоджених між собою машин; на третьому рівні з’являється автоматика; на четвертому - малоопераційні та неперервні автоматично керовані технології.

Рівень розвитку техніки різний на різних підприємствах і в різних галузях. В передових галузях промисловості технічних досягнень більше,

в решті - ще не досягнуто третього - п'ятого рівнів прогресивності. Тому надзвичайно важливо, щоб більше творчих розробок сприяли переходу техніки і галузі в цілому на більш високі рівні.

Характер пошукового процесу, його творчу наповнюваність також можна оцінити, виділивши рівні творчості. Принципові зміни, властиві кожному рівню, можна виявити в аналізі патентного опису винаходів, тому що їх логіка певною мірою відтворює логіку творчого процесу винахідника.

Г. Альтшуллер, проаналізувавши велику кількість описаних винаходів, запропонував класифікацію процесів і результатів винахідницької творчості [4-7]. Він розділив процес творчого пошуку на кілька послідовних стадій і сформулював здійснювання змін на кожній з них. Таким чином, було створено класифікацію рівнів творчості, одна з можливих модифікацій якої представлена в табл.1.1.

Таблиця1.1.

Рівні задач і стадії творчого процесу їх розв'язування

РІВЕНЬ ЗАДАЧІ	ВИБІР ЗАДАЧІ	СТАДІЇ ТВОРЧОГО ПРОЦЕСУ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ				
		вибір пошукової концепції	збір інформації	пошук ідеї розв'язку	втілення ідеї в конструкції	Впровад-ження
ПЕРШИЙ	Використано готову задачу	використано готову пошукову концепцію	використано наявні відомості	використано готовий розв'язок	використано готову конструкцію	впроваджено готову конструкцію
ДРУГИЙ	вибрано одну з декількох задач	вибрано одну з пошукових концепцій	зібрано відомості з кількох джерел	вибрано один розв'язок з декількох	вибрано одну конструкцію з декількох	впроваджено модифікацію готової конструкції
ТРЕТІЙ	змінено вихідну задачу	змінено пошукову концепцію стосовно умов задачі	зібрану інформацію змінено відповідно до умов задачі	змінено відомий розв'язок	змінено вихідну конструкцію	впроваджено нову конструкцію
ЧЕТВЕР-ТИЙ	знайдено нову задачу	знайдено нову пошукову концепцію	отримано нові дані, що відносяться до умов задачі	знайдено новий розв'язок	створено нову конструкцію	конструкцію застосовано в новій якості
П'ЯТИЙ	знайдено нову проблему	знайдено новий метод	отримано нові дані стосовно проблеми	знайдено новий принцип	створено принципово нові конструкції	змінено всю систему, до якої входить нова конструкція

Пошук розпочинають з вибору (постановки) задачі, а потім пошукової

концепції (підходу). У виборі відбувається конкретизація задачі. Аналіз даних табл.1.1. свідчить, що від першого до п’ятого рівнів змінюється сам характер пошуку на всіх його стадіях. При цьому на першому рівні використовують готовий розв’язок, майже без вибору, на другому - здійснюють вибір, а від третього до п’ятого рівнів зміни, що вносяться, стають дедалі складнішими, якісно змінюється їхній характер. На четвертому рівні створюється принципово новий об’єкт, на п’ятому - нова система таких об’єктів.

Отже, творчий характер пошуку зростає від одного рівня до наступного.

Відповідно до зміни рівнів творчого пошуку оцінюють і винахід як результат творчості. Як правило, винахід є конкретною реалізацією наукових розробок і відкриттів, втілення в матеріалі нового розуміння законів природи та встановлених на їхній основі нових явищ та закономірностей. Часто винахід сам спонукає до проведення нових досліджень.

Винаходи, як наслідок творчого мислення, мають різну значимість, отже, можуть бути певним чином класифіковані. Над даною проблемою працювало багато дослідників. Г.Альтшуллер ділить всі винаходи на п’ять рівнів, від першого, найнижчого, який межує з раціоналізаторською пропозицією, до п’ятого, найвищого, який, по суті, є відкриттям [5, 6, 7].

Перший рівень. Розв’язування не пов’язане з усуненням технічних протиріч і супроводжується найдрібнішими винаходами. Засоби їх розв’язування знаходяться в межах підгалузей. Наприклад, щоб газові балони під час транспортування не падали, їх рекомендують зв’язувати гнучким шнуром. Або запропоновано ще один шарнір, щоб складати верхню частину стояка щогли судна [а.с.973407]. Як бачимо, тут взято готові задачі, для вирішення яких використано готові способи. В розв’язку використано готовий об’єкт без вибору або майже без вибору. Задачі

першого рівня - конструкторські. Через це частина дослідників висловлює сумнів щодо класифікації розв’язків першого рівня як винаходів.

Другий рівень - задачі з технічними протиріччями, які легко усуваються за допомогою способів, відомих щодо застосування в споріднених системах. Змінюється (і то лише частково) один з елементів системи. Розв’язки задач другого рівня - дрібні винаходи. Наприклад, для відокремлення феромагнітних частинок з поверхні постійного магніту в якості очищувального матеріалу запропоновано матеріал з високою в’язкістю (пластилін) [а.с.273032]

Напрямки пошуків в даній задачі відповідають декільком десяткам варіантів розв’язків. Спосіб усунення протиріччя міститься в межах однієї галузі (наприклад, машинобудівна задача розв’язується способом, відомим в іншій галузі машинобудування).

Третій рівень. Протиріччя і спосіб його подолання знаходяться в межах однієї галузі науки, тобто механічна задача розв’язується з застосуванням способів, відомих в механіці тощо. Повністю змінюється один з елементів системи, частково змінюються інші елементи. Кількість варіантів, які розглядаються в процесі розв’язування, може визначатися сотнями. Як наслідок - винаходи середньої значимості.

Приклад. З метою зменшення зношування в частому застосуванні поверхні гвинтової пари “гвинт-гайка” усунуто тертя. Гвинт і гайку розмістили з постійним зазором. В їх різьбі розмістили обмотки, в яких виникає електромагнітне поле, що забезпечує поступальний рух гайки відносно гвинта [а.с.154459]. Об’єкт зазнав значних змін порівняно з прототипом. Розв’язування задачі знаходиться в межах однієї галузі науки.

Четвертий рівень. Синтезується нова технічна система. Оскільки дана система не містить спочатку технічних протиріч в явному вигляді, іноді виникає думка, що вона розроблена без їхнього подолання. Проте

суть полягає в тому, що технічні протиріччя містились в прототипі - старій технічній системі. В задачах четвертого рівня протиріччя усуваються засобами, які виходять за межі галузі науки, до якої вони відносяться (так, механічна задача може бути розв'язана за допомогою способів, відомих у хімії). Наприклад, для контролю спрацювання двигуна пропонується додавати в масло люмінофори і за зміною свічення маси (дрібні частинки металу гасять свічення) неперервно контролювати концентрацію частинок металу в маслі, а отже, ступінь спрацювання двигуна [а.с.260269]. До цього час від часу брались проби масла, і в них визначався вміст металевих частинок. Вихідний спосіб змінено повністю з використанням маловідомого фізичного ефекту.

До п'ятого рівня належать видатні винаходи, які створюють принципово нові технічні системи, нові технології. Винахідницька ситуація уособлює в собі складне переплетення різних галузей (наприклад, очистка океанів і морів від нафтових та інших забруднень).

Кількість варіантів, які потрібно перебрати для розв'язування, практично не обмежене. В результаті такі винаходи створюють умови для виникнення на базі новоствореної технічної системи нових винаходів. Наприклад, запропоновано спосіб отримання високих і надвисоких тисків шляхом імпульсного електричного розряду всередині об'єму рідини [а.с.105011]. Відкрито нове явище - електрогідравлічний удар. Застосування його в різних галузях призвело до нових винаходів.

На вищих підрівнях п'ятого рівня винахідницька задача розв'язується взагалі за межами сучасної науки, тому спочатку слід зробити відкриття, а потім, спираючись на нові наукові дані, розв'язувати винахідницьку задачу. Завдяки таким винаходам виникають цілі нові галузі техніки (кінозйомка, лазери тощо).

Характерна особливість винаходів п'ятого рівня - відсутність в науці на момент їх створення способів задоволення потреб, які виникають.

Саме серед цих найвищих досягнень особливо сильно проявляється взаємопроникнення науки та техніки.

Очевидно, що зусилля творців нової техніки, нових технологій, необхідно спрямувати на розробку винаходів вищих рівнів. Адже на сьогодні співвідношення класів зареєстрованих винаходів становить: винаходи п'ятого рівня - 0,3%, четвертого - 3,7%, третього - 19%, а 77% становлять винаходи першого та другого рівнів. Причому кількість винаходів, які застосовуються в народному господарстві, становить лише близько 6% від зареєстрованих. Зауважимо, що найважче впроваджуються в техніку саме винаходи вищих рівнів.

Однією з основних причин такої малої кількості високорівневих винаходів є те, що в переважній більшості випадків в їх пошуку застосовується метод спроб і помилок (МСіП). При цьому вважається, що якщо для створення винаходу першого рівня досить кількох десятків спроб (Nx10), то для винаходу кожного наступного рівня потрібно спроб на порядок більше ($Nx10^k$, де k - рівень винаходу): для третього рівня - тисячі, для четвертого - десятки тисяч спроб.

Не набагато спрощує пошук і так званий естафетний механізм МСіП, коли винахідники та дослідники враховують досвід попередників і не проводять пошуку в безперспективних напрямках. Виявляючи та відкидаючи все нові напрямки, дослідник ніби добудовує піраміду пошуку до самої вершини.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ВМІНЬ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ВИНАХІДНИЦЬКІ ЗАДАЧІ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

2.1. Особливості методики формування вмінь розв'язувати винахідницькі задачі

Технічна діяльність учнів: моделювання, конструювання, раціоналізаторство, винахідництво, що являє собою процес творчого впровадження наукових ідей в технічні розв'язки, спрямована на розв'язання численних протиріч в сфері виробництва та побуту у створенні нової техніки та новітніх технологій.

Винахідницькими вважають задачі для розв'язування яких необхідно подолати закладені в них протиріччя. У пошуку нових технічних розв'язків (ТР) названих задач завдання полягає не тільки у виявленні та усуненні протиріч, але й розширенні особливостей їх проявів у технічному прогресі, усвідомленні конкретного механізму, технічного протиріччя внутрішніх імпульсів розвитку техніки тощо. Результатом розв'язання ТП є створення нового технічного об'єкта (ТО) або технічної системи (ТС), тобто винахід. Принциповою особливістю процесу розв'язання винахідницьких задач є необхідність усунення ТП, але ні в якому випадку не їх примирення, не пошук компромісу. В процесі розв'язання винахідницьких задач розрізняють адміністративні (АП), технічні (ТП) та фізичні (ФП) протиріччя.

АП - це протиріччя, в якому відомо, що потрібно зробити, але невідомо, як саме: "Потрібно вдосконалити велосипед..." Евристична сила ("підказка") таких протиріч нульова - вона не підказує напрямку, в якому слід шукати розв'язок. Суть ТП полягає в тому, що за поліпшення однієї складової (параметра) ТС, неодмінно погіршується інша складова або параметр. Правильно сформульоване ТП хоча і не дає конкретної

відповіді, однак дозволяє визначити напрямок (або напрямки) пошуків розв’язків.

ФП - це протиріччя, за котрого до однієї і тієї ж складової системи (так званий мікрорівень ТС) ставляться взаємовиключні вимоги. В ФП зіткнення конфліктуючих вимог загострено до крайностей. Хоча на перший погляд, таке протиріччя неможливо розв'язати, але саме в доведенні суперечностей до крайнощів полягає евристична сила міркувань.

Винахідницькі задачі здавна розв'язувались шляхом відбору варіантів (так званим методом спроб і помилок - МСіП). Зрозуміло, що такий процес розв’язання є некерованим і низькоефективним. Це пояснюють перш за все тим, що такий метод потребує великих витрат часу і праці, оскільки для отримання потрібного варіанту розв'язку необхідно перебрати багато "порожніх" спроб. Крім того, МСіП, як правило, не дає оптимального, сильного технічного розв'язку, оскільки в відборі однорідних варіантів заважає психологічна інерція (ПІ) винахідника.

Отже, сучасна НТР прийшла в протиріччя з МСіП як малопродуктивним і неефективним способом мислення і пошуку нових технічних розв’язків.

Людство намагається подолати подібні протиріччя створенням спеціальних методів творчої діяльності, пошуку нових технічних розв'язків, що дозволяють створювати винахід в керованому, добре організованому, ефективному процесі виробництва. В результаті було розроблено різноманітні методи розв’язування (їх понад 50): мозковий штурм (МШ), метод фокальних об'єктів (МФО), морфологічний аналіз (МА), синектика, алгоритм розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ) тощо. Їх умовно поділяють на: методи випадкового (неспрямованого) пошуку (МШ, синектика, МФО) та систематичного (спрямованого) пошуку,

які, в свою чергу, поділяють на неалгоритмічні (МА, ФВА тощо) та алгоритмічні (АРВЗ).

Науковий рівень та практична результативність цих методів постійно зростає. Якщо спочатку розроблювані методи спирались лише на найпростіші прийоми асоціативного мислення, то для сучасних методів пошуку розв'язків характерний комплексний підхід, систематичний аналіз проблеми та алгоритмізація творчого процесу, що допомагає за короткий термін знайти найефективніший розв'язок. Сучасні методи розв’язування винахідницьких завдань завдяки алгоритмізації дозволяють застосовувати для розв’язування ЕОМ, що значно розширює можливості.

Сучасні методики спрямованого пошуку розв’язків є досить складними комплексними методиками винахідницької діяльності. Вони використовують системний алгоритмізовано-процедурний підхід, типізацію способів розв'язування різноманітних винахідницьких задач на основі аналізу патентного фонду, абстрактно-символічний опис ТП, різноманітні прийоми, що активізують розумові процеси винахідників.

До методів спрямованого (систематичного) пошуку відносять окремі різновидності морфологічного аналізу (наприклад, десятинні матриці пошуку), алгоритм розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ) і його модифікації. Ці методики, на відміну від, наприклад, методу контрольних запитань, носять не випадковий, а спрямований характер; в них синтез розв'язків передує операції його аналізу, що дозволяє розчленувати проблему на часткові, більш прості задачі.

Такий розвиток методів пошуку розв’язування відбувається в напрямках посилення формалізації процесу виявлення та усунення протиріч, використання функціонального підходу в пошуку ТР, розробки методик активного аналізу задач і пошуку розв'язків, посилення адаптованості методики пошуку до різноманітних типів і видів задач,

застосування ЕОМ для здійснення пошуку в діалоговому режимі і формування масивів стандартних прийомів, фізичних ефектів тощо.

2.2. Основні методи і прийоми розв'язування винахідницьких задач

Для підвищення творчого потенціалу колективів та індивідуальних винахідників їх необхідно озброїти сучасними засобами пошуку технічних ідей, що реалізують механізм інтуїтивних та логічних дій. Засоби пошуку нових технічних ідей, що реалізують механізм інтуїтивних дій, включають: евристичні прийоми і методи, які відносяться як до групових методів випадкового пошуку (мозковий штурм, синектика тощо), так і розраховані на індивідуальне застосування (метод фокальних об’єктів, метод гірлянд, метод асоціацій тощо), а також частково неалгоритмічні методи систематичного пошуку (метод морфологічного аналізу, метод контрольних питань тощо). Вказані методи реалізують як предметний так і функціональний підходи до пошуку нових технічних розв'язків. Причому на різних етапах пошуку можливе поєднання різних методів і прийомів: індивідуального і колективного пошуку, випадкового та систематичного, логічного та інтуїтивного. Засоби, засновані на механізмі логічних дій, включають апарат теорії розв'язування винахідницьких задач (ТРВЗ), а також алгоритмічні методи систематичного пошуку та алгоритмічні методи логічного пошуку (узагальнений евристичний алгоритм тощо). Ці методи характеризуються взаємозв'язком функціонального і предметного підходів до пошуку нових технічних розв'язків [22].

Теорія розв'язування винахідницьких задач, методи якої найбільш ефективні з існуючих в світі, є науково обґрунтованою теорією [25, 37].

Розв'язання технічних протиріч можливе шляхом застосування типових прийомів [36]. Однак в розв'язуванні складних задач такий шлях

не завжди ефективний, тому необхідно перш за все виявити фізичну суть і особливості технічного протиріччя.

Аналіз причин технічного протиріччя приводить до виявлення конфліктної ситуації в одній із частин технічної системи. В цій частині визначають оперативну зону (03), до фізичного стану якої висуваються взаємовиключні вимоги — фізичне протиріччя (ФП): наприклад, бути одночасно гарячим і холодним, прозорим і непрозорим, тощо.

Загальну схему розв'язування фізичних протиріч наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Загальна схема розв'язування фізичних протиріч



Виявлення фізичного протиріччя дозволяє бачити суть фізичних явищ, що відбуваються, з діалектичної точки зору, і з цих позицій застосовувати наявні знання законів природи. Різноманіття фізичних протиріч усувається обмеженим числом принципів (табл.2.1.), причому кожен принцип передбачає необхідність застосування конкретних фізико-хімічних ефектів і явищ (табл. 2.2.). Наприклад, виявлено фізичне протиріччя, в якому один і той же елемент (деталь) машини повинен бути магнітним і немагнітним. Для усунення даного протиріччя застосовуємо принципи: розділити вимоги в часі, тобто в певний проміжок часу деталь повинна мати магнітні властивості, в інший - деталь не повинна їх мати. Доцільно застосувати фізичний ефект - перехід через точку Кюрі, тобто втрата магнітних властивостей деталі під час нагрівання. Розв'язок:: деталь або її елемент за певних умов нагрівається (будь-яким відомим способом) - втрачає свої магнітні властивості, вистигає - знову їх набуває, тощо. Конструкторське впровадження цього розв'язку - захват робота для переноски магнітів, виконаних у вигляді сталевої пластини з електронагрівачем [41,45].

Приклади застосування окремих фізико-хімічних ефектів і явищ:

1. ТЕПОЛІ (теплові поля)

1.1. Невеликі, але точні переміщення за рахунок теплового розширення (ТР) твердотілих металевих речовин і перебудова кристалічної решітки при зміні температури (фазовий перехід другого роду - ФСП-2).

1.2. Вимірювання температури за величиною теплового подовження і ФСП-2.

1.3. Керування положенням і взаємодією елементів технічних систем за рахунок різного нагрівання і охолодження різних елементів систем і використання матеріалів з „ефектом пам'яті форми" (нітінол та ін.).

1.4. Регулювання зазору, отвору тощо, герметизація за рахунок ТР, використання бі- і поліметалів з різними коефіцієнтами ТР, зміна об'єму при зміні температури (фазовий перехід першого роду - ФСП-1).

1.5. З'єднання і роз'єднання деталей, їх тимчасове кріплення розрахунок ТР, ФСП-1 (приморожування), використання матеріалів з ЕПФ (ефектом пам’яті форми).

1.6. Згинання стержнів і пластин - використання біметалів (бі-ефект ТР).

1.7. Саморегулювання елементів технічних систем - використання бі-ефекту ТР.

1.8. Створення напружень і деформацій у матеріалах і конструкціях, руйнування матеріалу і перетворення теплової енергії в механічну- використання ТР, бі-ефекту, ФСП-1, ФСП-2.

1.9. Переміщення (опускання, укладання) важких об'єктів – використання двох протилежних ФСП-1 (розрідження і створення тиску, заморожування і розтоплювання, конденсація і випаровування тощо)

1.10. Створення підвищеного газового тиску без машин - випаровування сухого льоду у замкнутому об'ємі (ФСП-1).

1.11. Самовидалення монтажних деталей і речовин, які використовуються для обробки (ФСП-1).

1.12. Відновлення початкової форми деформованого об'єкта використанням нітінолу (ФСП-2).

2. ФЕНОЛІ (феромагнетики і магнітні поля).

2.1. Переміщення тіл (переважно зернистих, сипких, рідких), керування потоками, фіксування і орієнтування дрібних об’єктів, змішування сипких і рідких матеріалів - додавання феромагнітних частин і омагнічування речовин.

2.2. Фільтрування - феромагнітні клапани і фільтри.

2.3. Розділення сумішей - завчасно увести ферочастини в один із компонентів.

2.4. Очистка і обробка поверхонь переміщенням ферочастин.

2.5. Захист поверхонь від дії абразиву - ферочастини обліплюють намагнічену деталь, що захищається.

2.6. Керування напруженням, деформуванням, формоутворенням - введення ферочастин всередину виробу, зовнішнє обтискання феропорошками.

2.7. Дроблення дрібних рухомих об'єктів, овалізація і „обкатування" дрібних зернистих матеріалів розгоном або коливанням ферочастин у магнітному полі.

2.8. Виготовлення пристроїв, що розсипаються, наприклад, ливарних форм, окремих частин машин (а.с.654754) тощо.

2.9. Індикація важковиявних об'єктів, контроль переміщення за рахунок попереднього мічення виробів ферочастинками.

2.10. Різні вимірювання (наприклад, в'язкості, температури тощо), що базуються на зміні магнітного поля у залежності від умов, в яких знаходяться ферочастини, а також перехід ферочастин через точку Кюрі.

3. МАГНІТНІ РІДИНИ (МР)

3.1.Магнітні рідини володіють всіма можливостями феполів, але завдяки своєму рідкому стану більш рухомі і можуть бути введені у найбільш важкодоступні місця. Крім того, МР володіють низкою нетипових для простих феполів, властивостей, які вказані далі.

3.2. Можливість керування в'язкістю МР-для керування положенням і взаємодією елементів технічних систем.

3.3. Фіксація різних об'єктів за рахунок миттєвого затвердіння у сильному магнітному полі.

3.4. Фіксування різних форм МР у еластичній оболонці в магнітному полі (герметизація зазору, беззношуваний шліфувальний інструмент, універсальний ключ, припой у зазорі тощо).

3.5. Керування уявною густиною МР для розділення речовин з різною густиною.

3.6. Оптичні затвори, оскільки тонкий прозорий шар МР стає непрозорим після вмикання магнітного поля.

3.7. Здатність відчувати зовнішній тиск і перебудовувати рельєф за допомогою магнітного поля.

4. КОРОННИЙ РОЗРЯД

4.1. Коронний розряд - джерело вільних зарядів.

4.2. Використання керованих потоків іонів для створення заряджених шарів на великих поверхнях (голко-коронні нейтралізатори шарів статичної електрики, коронатор для електрографічних апаратів тощо), зарядки аерозолей (електрофільтри, електросепаратори, електроосаджувальні установки тощо); дозування порошків (діелектричних матеріалів); регулювання температури (теплопередача за рахунок утворення керованих полем потоків іонізованих молекул і електронів - можна нагрівати і охолоджувати).

4.3. Вивчення фізики іонів.

4.4. Вимірювання параметрів газу: склад газових сумішей (наприклад, виявлення домішків фреону - патент США №3742475); параметри завислих у газі аерозолей за рахунок осадження іонів на частинки аерозолей і, як наслідок, зменшення струму корони; тиску газу - за струмом коронного розряду; швидкість газових потоків - за зносом ним іонів, що генеруються в уніполярному коронному розряді.

4.5. Коронні стабілізатори напруги.

4.6. Вимірювання кривизни поверхні (радіусів дротів, кромок).

4.7. Використання коронного розряду як озонатора, аероіонізатора для обробки поверхонь (наприклад, полімерів і бабітів для збільшення адгезії).

5. ПІНА

5.1. Заповнення великих об'ємів при малій витраті речовини.

5.2. Звукоізоляція, заглушування ударних хвиль.

5.3. Пожежогасіння. Тепло- і холодоізоляція.

5.4. Боротьба з пилоутворенням.

5.5. Зміна властивостей рідкого середовища спінюванням. Інтенсифікація процесів у рідкому середовищі. Покриття поверхні рідини.

5.6. Розділення суспензій, очистка рідин спінюванням.

5.7. Виявлення течі.

5.8. Вивчення повітряних потоків (мильними бульбашками).

5.9. Захист крихких об'єктів „кульковою піною".

5.10. Моделювання оболонок за допомогою піни і мильних бульбашок.

6. АРХІМЕДОВА СИЛА

6.1. Регулювання плавучості тіл (для рідин, що стискаються, можна використати зовнішній тиск, для рідин, що не стискаються, - поплавки в незмішуваних рідинах різної густини, пропускання струму через провідні рідини, що розміщені у магнітному полі, феророідини).

6.2. Компенсація ваги об'єктів (поплавки, завантаження і розвантаження у воді тощо).

6.3. Складання важких і громіздких об'єктів (на поплавках, на понтонах і у воді та ін.).

6.4. Розділення, сортування, сепарація об'єктів за густиною (як у рідині з однією густиною, так і у рідині з регульованою густиною, наприклад у магнітних рідинах або розчинах солі).

6.5. Вимірювання густини, в'язкості (поплавки-густиноміри різної густини, зміна густини поплавка під дією надлишкового тиску тощо).

6.6. Вимірювання рівня (поплавки, антипоплавки та ін.).

6.7. Вимірювання параметрів магнітного поля за підіймальною силою, що діє на поплавок в цьому полі.

7. ЕЛЕКТРОСТАТИЧНІ СИЛИ

7.1. Керування положенням і рухом частин, краплин, волокон, ниток тощо (внесення порошку, полімеризація, дроблення, опилення, пересіювання тощо).

7.2. Визначення заряду, розмірів і швидкості частин, ниток тощо (відхилення у електростатичному полі, спалахи світлові і т.д.).

7.3. Регулювання теплової взаємодії із середовищем (двошаровий матеріал, інтенсифікація руху повітря між різнойменно зарядженими тілами, інтенсифікація сушіння хутра, полімеризації і т.д.)

7.4. Створення сил притягування і відштовхування між шарами речовин. Деформація.

7.5. Безопорна підвіска (наприклад гіроскопів).

7.6. Ліквідація статичної електрики (різнойменними зарядами).

8. П'ЄЗОЕФЕКТ

8.1. Отримання іскрових розрядів, заряджених частин, іонізація газів, боротьба із статичною електрикою за допомогою п'єзогенераторів високої напруги.

8.2. Вимірювання механічних зусиль, тиску, прискорень за рахунок перетворення механічних коливань у електричні.

8.3. Індикація тріщин у крихких тілах, уловлювання різних шумів і „утилізація" шуму для вироблення електроенергії.

8.4. Мікропереміщення за рахунок зміни розмірів п'єзокристалу під дією електричної напруги.

8.5. Перетворення механічних коливань в електричні і навпаки, звуковідтворення, генерування ультразвукових коливань, п'єзоелектричні двигуни.

8.6. Компенсація сил тертя спокою за рахунок створення ультразвукових коливань на втулці підшипника, яка виготовлена з п'єзоматеріалу.

8.7. Перетворення електросигналів і затримка у часі, фільтрація, трансформація - з використанням двох п'єзоелементів.

9. ВІДЦЕНТРОВІ СИЛИ

9.1. Створення зусиль, тиску. Деформація.

9.2. Вимірювання зусиль. Регулювання і вимірювання швидкості обертання.

9.3. Керування формою поверхні рідини. Регулювання гідростатичного напору.

9.4. Отримання тіл сферичної форми (кульки, шріт тощо).

9.5. Переміщення рідин.

9.6. Розділення сумішей. Змішування.

10. РЕЗОНАНС

10.1. Поліпшення процесу транспортування.

10.2. Руйнування матеріалів.

10.3. Змішування, розділення сумішей.

10.4. Вибіркова вібрація окремих елементів системи.

10.5. Вимірювання параметрів об'єкта (маси, жорсткості, розмірів тощо) і середовища, в якому перебуває об'єкт (температури, в'язкості тощо).

10.6. Виявлення тріщин та інших пошкоджень контролем резонансної частоти.

10.7. Гасіння резонансних коливань.

11. МАТЕРІАЛИ З ЕФЕКТОМ ПАМ'ЯТІ ФОРМИ (ЕПФ)

11.1 Уведення деталей у внутрішню порожнину другої деталі через маленький отвір.

11.2. Відновлення початкової форми.

11.3. Чутливі температурні датчики і вимикачі, оскільки при термопружному мартенситному перетворенні змінюються не тільки форма але й електричні та магнітні властивості.

11.4. Виконання несумісних вимог (нітіноловий компенсатор провисання проводів при тепловому нагріванні та ін.)

11.5. Перетворення теплової енергії у механічну (двигуни, компресори, відбійні молотки тощо).

11.6. Деформація (гнуття і калібрування деталей) і руйнування матеріалів.

11.7. З'єднання і роз'єднання виробів (інструменти для розвальцювання труб, притискачі для радіоелектронних плат тощо).

11.8. Багатосуглобні маніпулятори з керуванням від нагрівальних елементів.

11.9. Регулювання і дозування теплових потоків (затворами із матеріалів з ЕПФ).

12. КАПІЛЯРНО-ПОРИСТІ МАТЕРІАЛИ (КПМ)

12.1. Поглинання рідин.

12.2. Розділення сумішей, фільтрування.

12.3. Поглинання полів (звукових, теплових - охолодженням киплячої рідини, що виділяється із пор та ін.).

12.4. Дозування речовин за рахунок попереднього насичення ними КПМ з наступним виділенням добавок.

12.5. Керування потоками рідини і газу. Подача мастила, охолоджувальної рідини і т.д. (потік посилюється у сторону пор, що зменшуються за розмірами, а також при дії на КПМ ультразвукових, електричних,

магнітних та інших полів, вибіркова проникність КПМ, КПМ з керованими стінками тощо).

12.6. Інтенсифікація процесів, що відбуваються на поверхні тіл, завдяки розвинутій поверхні КПМ.

13. ОЗОН

13.1. Інтенсифікація горіння.

13.2. Окислення і руйнування шкідливих домішок, очищення води і повітря. Відбілювання.

13.3. Знешкодження бактерій, консервування, активізація (сповільнення) біопроцесів.

13.4. Інтенсифікація хімічних реакцій.

13.5. Контроль герметичності (повітряно-озонна суміш світиться у етилені).

Проте на практиці ми застосовуємо вказівник використання фізичних ефектів і явищ (табл. 2.2.), в першій колонці якого розміщено бажану (потрібну) властивість, якість, дію, а в другій – за допомогою якого фізичного, або хімічного ефекту її можна досягти.

Таблиця 2.2.

Потрібна дія	Фізичне явище, ефект, фактор, спосіб
1. Зміна температури	Теплове розширення і викликана ним зміна власної частоти коливань. Термоелектричні явища. Спектр виромінювання. Зміна оптичних, електричних, магнітних властивостей. Перехід через точку Кюрі.

Продовження таблиці 2.2.

2. Зниження температури	Фазові переходи. Ефект Джоуля-Томсона. Ефект Ганна. Магнітокалоричний ефект. Термоелектричні явища.
3. Підвищення температури	Електромагнітна індукція. Вихрові струми. Поверхневі ефекти. Діелектричний ефект. Електронний нагрів. Електричні розряди. Поглинання випромінювання речовиною. Термоелектричні явища.
4. Стабілізація температури	Фазові переходи (в тому числі і перехід через точку Кюрі).
5. Індикація положення і переміщення об'єкта	Введення міток - речовин, що перетворюють зовнішні поля (люмінофори) або створюють свої поля (феромагнетики) і тому легко виявляються. Відбивання і випромінювання світла. Фотоефект. Деформація. Рентгенівське і радіоактивне випромінювання. Люмінесценція. Зміна електричних і магнітних полів. Електричні розряди. Ефект Доплера.
6. Керування переміщенням о'єктів	Дія магнітним полем на об'єкт або на феромагнетик, з'єднаний з об'єктом. Дія електричним полем на заряджений об'єкт. Передача тиску рідинами і газами. Механічні коливання. Відцентрові сили. Теплове розширення. Тиск світла.
7. Керування рухом рідини і газу	Капілярність. Осмос. Ефект Томсона. Ефект Бернуллі. Хвильовий рух. Відцентрові сили. Ефект Вайссенберга.

Продовження таблиці 2.2.

8. Керування потоками аерозолів(пил, дим, туман)	Електризація. Електричні і магнітні поля. Тиск світла.
9. Премішування сумішей. Утворення розчинів.	Ультразвук. Кавітація. Дифузія. Електричні поля. Магнітні поля в поєднанні з феромагнітною речовиною. Електрофорез.
10.Розділення сумішей	Електро- і магнітосепарація. Зміна густини рідини-розділювача під дією електричних і магнітних полів. Відцентрові сили. Сорбція. Дифузія. Осмос.
11 .Стабілізація положення об'єктів	Електричні і магнітні поля. Фіксація в рідинах, що твердіють в магнітних і електричних полях. Гіроскопічний ефект. Реактивний рух.
12. Силова дія. Регулювання сил. Створення великого тиску	Дія магнітним полем через феромагнітну речовину. Фазові переходи. Теплове розширення. Відцентрові сили. Зміна гідростатичних сил зміною уявної густини магнітної або електропровідної рідини в магнітному полі. Використання вибухових речовин.
13.Зміна тертя	Ефект Джонсона-Рабека. Дія випромінювання. Явище Крагельського. Коливання.
14. Руйнування об'єкта	Електричні розряди. Електрогідравлічний ефект. Резонанс. Ультразвук. Кавітація. Індуковане випромінювання.
15. Акумулювання механічної і теплової енергії	Пружні деформації. Гіроскопічний ефект. Фазові переходи.

Продовження таблиці 2.2.

16. Передача енергії:механічної, теплової, променевої	Деформації. Коливання. Ефект Александрова. Хвильовий рух, в тому числі ударні хвилі. Випромінювання. Теплопровідність. Конвекція. Явище відбивання світла (світловоди). Індуковане випромінювання.
17. Встановлення взаємодії між рухомими (змінними) і нерухомими (незмінними) об'єктами	Використання електромагнітних полів(перехід від „речовинних" зв'язків до „польових")
18. Визначення розмірів об'єктів	Вимірювання власної частоти коливань. Нанесення і рахування магнітних електричних міток.
19. Змінювання розмірів об'єкта	Теплове розширення. Деформації. Магнітострикція. П'єзоелектричний ефект.
20. Контроль стану і властивостей поверхні	Електричні розряди. Відбивання світла. Електронна емісія. Муаровий ефект. Випромінювання.
21. Зміна поверхневих властивостей	Тертя. Адсорбція. Дифузія. Ефект Баушингера. Електричні розряди. Механічні і акустичні коливання. Ультрафіолетове випромінювання.

Продовження таблиці 2.2.

22. Контроль стану і властивостей в об'ємі	Введення „міток" - речовин, що перетворюють зовнішні поля (люмінофори) або створюють нові поля (феромагнетики) залежно від стану і властивостей досліджуваної речовини. Зміна питомого електричного опору в залежності від зміни структури і властивостей об'єкта. Взаємодія із світлом. Електро- і магнітооптичні явища. Поляризоване світло. Рентгенівське і радіоактивне випромінювання. Електронний парамагнітний і ядерний магнітний резонанси. Магнітопружний ефект. Перехід через точку Кюрі. Ефекти Гопкінса і Баркхаузена. Вимірювання власної частоти коливань об'єкта. Ультразвук. Ефект Мессбауера. Ефект Холла.
23. Зміна об'ємних властивостей об'єкта	Зміна властивостей рідини (уявної густини, в'язкості) під дією електричних і магнітних полів. Введення феромагнітної речовини і дія магнітним полем. Теплова дія. Фазові переходи. Іонізація під дією електричного поля. Ультрафіолетове, рентгенівське, радіоактивне випромінювання. Деформація. Дифузія. Електричні і магнітні поля. Ефект Баушингера. Термоелектричні, термомагнітні і магнітооптичні ефекти. Кавітація. Фотохромний ефект. Внутрішній фотоефект.
24.Створення заданої структури. Стабілізація структури об'єкта	Інтерференція хвиль. Стоячі хвилі. Муаровий ефект. Магнітні поля. Фазові переходи. Механічні і акустичні коливання. Кавітація.

Продовження таблиці 2.2.

25.Індикація електричних і магнітних полів	Осмос. Електризація тіл. Електричні розряди. П'єзоелектричні розряди. П'єзо- і сегнетоелектричні ефекти. Електрети. Електронна емісія. Електрооптичні явища. Ефекти Гопкінса і Баркхаузена. Ефект Холла. Ядерний магнітний резонанс. Гіромагнітні і магнітооптичні явища.
26.Індикація випромінювання	Оптико-акустичний ефект. Теплове розширення. Фотоефект. Люмінесценція. Фотопластичний ефект.
27.Генерація електромагнітного випромінювання	Ефект Джозефсона. Явище індукованого випромінювання. Тунельний ефект. Люмінесценція. Ефект Ганна. Ефект Черенкова
28.Керування електромагнітними полями	Екранування. Зміна стану середовища, наприклад, збільшення або зменшення його електропровідності. Зміна форми поверхні тіл, що взаємодіють з полями.
29.Керування потоками світла. Модуляція світла.	Заломлення і відбивання світла. Електро- і магнітооптичні явища. Фотопружність. Ефекти Керра і Фарадея. Ефект Ганна. Ефект Франца-Келдиша.
30.Ініціювання і інтенсифікація хімічних перетворень	Ультразвук. Кавітація. Ультрафіолетове, рентгенівське, радіоактивне випромінювання. Електричні розряди. Ударні хвилі. Міцелярний каталіз.

Робота над винахідницькою задачею полягає в її постійному переформулюванні, в перетворенні неясної технічної ситуації в мікрозадачу з максимально оголеним фізичним протиріччям.

2.3. Психолого-педагогічні засади розв’язування винахідницьких задач з фізики

Завдання навчити школярів учитися є у психології і педагогіці не новою. Однак підходи до її вирішення змінилися на різних етапах розвитку суспільства в залежності від соціальних вимог, що ставляться до школи суспільством, від рівня досконалості психологічних теорій і дидактичних систем навчання.

К. Д. Ушинський вважав, що озброєння учнів корисними знаннями і розвиток їхніх пізнавальних здібностей — два завдання, що повинні розв’язуватись одночасно. В останні десятиріччя в психологічній і педагогічній науці, у шкільній практиці інтенсивно розробляють шляхи і засоби активізації пізнавальної діяльності учнів. У цьому активну пізнавальну діяльність учнів розглядають не тільки як засіб оволодіння знаннями, уміннями і навичками, але і як найважливіше джерело розумового розвитку школярів. [253, 255]

Досвід передових учителів України переконує, що висока пізнавальна активність учнів найкраще забезпечується в умовах застосування таких дидактичних систем, як проблемне навчання, програмування знань і адекватних їм дій за широкого використання алгоритмічного підходу, розвиваюче навчання.

Реалізація розвиваючого навчання полягає в тому, що вчитель не тільки застосовує різноманітні методи і форми роботи з учнями на уроці, але і систематично навчає їх способам виконання тих чи інших видів учбово-пізнавальної діяльності. Керування і самоуправління учбово-пізнавальною діяльністю можливе тільки за умови сформованості прийомів розумової діяльності, а через них і раціональних прийомів навчальної роботи.

Під час підготовки до уроку вчитель не тільки ретельно відбирає систему навчального матеріалу, виділяє в ньому “одиниці засвоєння”, продумує форми його подачі, але і виділяє, програмує способи діяльності учнів, тобто ті розумові дії і прийоми навчальної діяльності, за допомогою яких школярі будуть засвоювати запланований навчальний матеріал. У цьому важливо враховувати, якими знаннями, діями і прийомами учні уже володіють, а які повинні бути сформовані на даному етапі навчання, а також брати до уваги закономірності сприйняття, пам'яті, мислення, вікові й індивідуальні особливості учнів на різних етапах навчання. Вибір способів засвоєння програмного матеріалу залежить від конкретних дидактичних і виховних цілей, особливостей його змісту, підготовленості учнів до сприйняття нового і т.п. Тому в одних випадках навчальний матеріал розповідається вчителем, а відтворюється і закріплюється учнями, в інших випадках організується пошукова діяльність тощо.

Необхідно вибрати такий спосіб організації пізнавальної діяльності учнів, за якого вони в процесі засвоєння знань опановують раціональними прийомами як практичних, так і розумових дій. Загальні і специфічні прийоми розумових дій (а через них і раціональні прийоми навчальної роботи) повинні стати об'єктом засвоєння і свідомого їхнього застосування, контролю з боку вчителя і самоконтролю учнів. Корисно навчати школярів правилам виконання окремих видів розумових дій, алгоритмам, правилам-орієнтирам, евристичним схемам основних видів навчальної діяльності.

Психологи вважають, що найбільш загальним показником розумового розвитку школяра є його навченість. З. І. Калмикова в статті “Навченість і принципи побудови методів її діагностики» [89] виділяє такі складові навченості:

- узагальненість розумової діяльності, спрямованість на абстрагування й узагальнення похідного в матеріалі;

- усвідомленість мислення, обумовлена співвідношенням його практичної і словесно-логічної сторони;
- гнучкість розумової діяльності;
- стійкість розумової діяльності;
- самостійність мислення, його сприйнятливість до допомоги.

У дослідженнях психологів Н. О. Менчинської, Д. М. Богоявленського, Є.Н. Кабанової-Меллер, Н. Ф. Тализіної, Г. С. Костюка, В. В. Давидова, Л. В. Занкова, Д. Б. Ельконіна, В. І. Решетникова й ін. показано, що рівень розумового розвитку школярів визначається не тільки змістом знань, але і способами їх здобування, якими повинні опанувати школярі. В даний час зусилля психологів, дидактів, методистів, передових вчителів України спрямовані на створення такої методичної системи, у результаті застосування якої, учні, що закінчили середню школу, мають опанувати не тільки визначеною системою знань, але й узагальненими прийомами розумової діяльності, раціональними прийомами навчальної роботи, а й бути підготовленими до самостійного добування знань. Успішне вирішення поставлених задач неможливе без опори на психологічні теорії учіння, що визначають його сутність, зміст, умови й засади.

Найбільш дієвими методами учіння є методи, пов’язані з активною діяльністю учня: спостереження й експеримент, різні види праці, замальовки і креслення, моделювання, розрахунки, оформлення результатів і висновків, робота з літературою, підготовка рефератів, обговорення й аналіз результатів діяльності. Ця модель процесу навчання привела педагогів до розуміння важливості пізнавальної діяльності учня, зв'язку навчання з потребами і прагненнями учнів, активізації пізнавальної, дослідницької, практичної діяльності їх.

У зв'язку з новими вимогами до навчання з'явилася знакова концепція учіння, в основу якої покладені значеннєві зв'язки, чи, як їх ще називають, знакові, семіотичні зв'язки. Глибокі дослідження ролі знакових

відносин у психічній діяльності людини провів Л. С. Виготський. Він показав, що поява в людини особливої форми відображення реальності — понять і спеціальної системи знаків (мови) для позначення понять і їхніх відносин дало можливість освоювати накопичені людством знання про загальні властивості реальності [46, 47].

Знакова концепція учіння характеризується такими параметрами: сутність учіння — формування понять, що вивчаються, і їхніх систем, що відображають головні відносини реальності; зміст учіння — виявлення і використання цих відносин, відображення їх у поняттях і закріплення в словах; умови учіння — виявлення й абстрагування відносин, значимих для суспільної практики, виявлення їхнього характеру, закріплення їх у словах; основа учіння — утворення знакових відносин між поняттями і відповідними їм термінами, між поняттями і відображеними в них реальними відносинами.

Перевага знакової концепції учіння в тому, що вона вводить у процес учіння слово як знаряддя учіння на додаток до спостереження і сприйняття. Навчання розглядається як формування системи понять, що вивчається, і принципів, а не тільки нагромадження суми різноманітних знань і відомостей.

Спираючись на досягнення Л. С. Виготського і С. Л. Рубінштейна, в нашій країні основи знакової концепції учіння розробляли Н. О. Менчинська, Д. М. Богоявленський, Г С. Костюк, Є. Н. Кабанова-Меллер, В. В. Давидов, Д. Б. Ельконін і ін., у США - Дж. Брунер.

За кордоном найбільш відомими дослідженнями в галузі операціональної концепції учіння є роботи Ж. Піаже. У нашій країні варіантом операціональної концепції учіння є теорія поетапного формування розумових дій, запропонована П. Я. Гальперіним. Основне положення цієї теорії полягає в тому, що психічна діяльність є результатом перенесення зовнішніх матеріальних дій у план сприйняття,

уявлень і понять. Процес такого переносу відбувається через ряд етапів, на кожному з яких відбувається нове відображення і відтворення дії і його систематичне перетворення [48].

Учіння, відповідно до теорії П.Я. Гальперіна, зводиться до засвоєння орієнтирів діяльності і розумових дій, потрібних для її планування і здійснення в заданих умовах. Звідси - учіння є керування психічною діяльністю учня на основі навчання розумовим діям і пізнавальним структурам.

Для повноцінного формування будь-якого нового знання й уміння П. Я. Гальперін пропонує таку послідовність етапів:

1. Створення мотивації. При цьому важливим є коли внутрішня мотивація (інтерес до самого процесу діяльності) поєднується з зовнішньою (коли дія виконується заради зовнішніх, стосовно дії, цілей).

2. Роз’яснення або виділення схеми орієнтуючої основи дії. На цьому етапі учні з'ясовують, як і в якій послідовності здійснюються орієнтуючі, виконавчі і контрольні операції, що входять до складу дії.

3. Формування дії в матеріальній чи матеріалізованій формі. Ефективніше починати навчання з формування матеріалізованої, а не матеріальної форми дії, оскільки навчання спрямоване в основному на формування теоретичних знань. Але після формування матеріалізованої форми дії необхідно переходити до етапу матеріальної дії (до аналізу реальних предметів). На третьому етапі вводиться мова. Учні коментують вчинену дію.

4. Формування дії в голосній мові без опори на матеріально-матеріалізовані засоби. Усі складові дії операції повинні бути засвоєні в мовній формі. Звичайно дотримується така послідовність: спочатку дія проговорюється «своїми словами», потім поступово переходять до наукової мови, що виступає кінцевим результатом цього етапу.

5. Формування дії у внутрішній мові (про себе), що є перехідним етапом для перекладу дії в розумовий план. На цьому етапі дія починає скорочуватися й автоматизуватися.

6. Перехід дії у внутрішню мову, а внутрішньої мови — у чисту думку. На цьому етапі дія здобуває автоматичний плин і стає недосяжною для самоспостереження. Свідомості відкривається тільки продукт цього процесу [48,277].

За теорією поетапного формування розумових дій етапи засвоєння знань розглядаються разом з етапами засвоєння діяльності. Знання із самого початку включаються в структуру дії. Якість знань при цьому визначається їхньою адекватністю діяльності, що використовується для їхнього засвоєння. «Знання ніколи не можна дати в готовому вигляді. Вони завжди засвоюються через включення їх у ту чи іншу діяльність», — пише Н. Ф. Тализіна [240].

Теорія поетапного формування розумових дій обґрунтовує вимоги до організації контролю в процесі засвоєння знань. На перших двох етапах засвоєння знань контроль повинний бути пооперaційним. На 3-му і 4-му етапах необхідно систематично контролювати кожне виконане завдання, на наступних етапах контроль може бути епізодичним.

Теорія поетапного формування розумових дій, як і програмоване навчання, краще інших концепцій учіння вирішує проблему керування процесом навчання. Перевага її перед програмованим навчанням у тому, що вона планує не тільки зміст знань, але і шляхи оволодіння ними, операції мислення, дії, строго адекватні засвоюваним знанням, шляху контролю засвоєння знань. Тим самим здійснюється програмоване керування всім процесом навчання.

Основними принципами процесу навчання, що випливають з операціональної теорії учіння є:

- введення понять, ідей і методів під час розв’язання задач з метою їхнього практичного застосування;

- розчленовування розумової діяльності на розумові дії, що входять у її структуру;

- формування в учнів системи розумових дій, для розв’язання різних типів навчальних задач, видів навчально-пізнавальної діяльності;

- повідомлення учням орієнтирів, що визначають тип навчальних задач і способи їх вирішення;

- використання предметних і мовних дій, що у процесі інтеріоризації переходять у розумові.

З операціональної теорії учіння і сформульованих принципів випливає модель навчання як керування психічною діяльністю учнів через організацію предметно-мовної діяльності.

Кожна з розглянутих теорій учіння і відповідна модель процесу навчання спрямовані на підвищення ефективності засвоєння знань, умінь і навичок і пояснюють різні сторони складного і багатогранного процесу навчання. Тому важко взяти за основу яку-небудь одну з них, але висновки і принципи кожної з концепцій учіння можуть з успіхом використовуватися при навчанні фізиці. Оптимальних результатів можна домогтися при розумному сполученні різних підходів до організації навчально-виховного процесу. Зокрема, в останні роки дослідження психологів і методистів, експериментальне навчання і шкільна практика підтверджують хороші результати в навчанні розв’язання задач при програмуванні змісту знань і адекватних їм розумових дій у сполученні з проблемним навчанням і алгоритмічним підходом. Такої моделі навчання дотримується відомий український методист і дидакт З.І. Слепкань, розробивши психолого-педагогічні основи навчання математиці [227].

Розумові дії класифікуються за різними ознаками в залежності від підходу до них. З погляду основних психічних процесів (сприйняття,

пам'яті, мислення) розрізняють перцептивні, мнемічні і розумові дії; з погляду ведучої функції, виконуваної діями, виділяють дії орієнтуючі, виконавчі і контрольні; за ступенем стандартизації і формалізації виділяють дії типу алгоритму, алгоритмічного розпорядження, евристики; за ступенем спільності виділяють загальні і конкретні дії. Якщо розглядати дії за ступенем використання їх у різних галузях людської діяльності, то можна виділити загальні дії, які застосовуються у всіх галузях знань (наприклад, аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, порівняння й ін.), і специфічні дії, що характерні для тієї чи іншої галузі знань. При цьому специфічні дії теж можуть розрізнятися за ступенем спільності.

Під прийомами розумової діяльності Д. М. Богоявленський розуміє «систему процесів або операцій аналізу, синтезу, абстракції, узагальнення й інших спеціально організованих для вирішення задач проблем визначеного типу і різного ступеня узагальненості» [20].

Саме в зв'язку з тим, що прийоми розумової діяльності і прийоми навчальної роботи (діяльності) нерозривно пов’язані, в останні роки дидакти вживають у синтезі обидва види прийомів і говорять про прийоми учбово-пізнавальної діяльності (наприклад, М. І. Махмутов [138]).

Якщо говорити про застосування прийомів розумової діяльності до навчання вирішення винахідницьких задач, то серед них можна виділити певні прийоми навчально-пізнавальної діяьності. З цього приводу Н. Ф. Тализіна пише: «У процесі розв’язання задач людина, як правило, використовує не окремі дії, а цілі їх системи. Звичайно таку сукупність дій, що приводять до вирішення задач визначеного класу, називають прийомом, чи способом, методом вирішення» [240, с.196].

Нагадаємо визначення поняття «мислення» у сучасній психології: під мисленням розуміється процес опосередкованого й узагальненого пізнання людиною предметів і явищ об'єктивної дійсності в їх істотних властивостях, зв'язках і відносинах.

Мислення, зв'язане з вирішенням винахідницьких задач школярами, цілком відповідає приведеному трактуванню поняття мислення.

Найбільш повна психологічна характеристика механізму мислення і складових його дій дана в роботі С. Л. Рубінштейна [210]. Автор показав ведучу роль аналізу і синтезу в процесі мислення.

З'ясуємо, як трактуються в сучасній науці терміни «аналіз» і «синтез». Аналіз — процедура уявного, а часто також і реального розчленовування предмета (явища, процесу), властивості предмета (предметів) чи відносин між предметами та частинами (ознаки, властивості, відносини); процедурою, зворотною до аналізу, є синтез, з яким аналіз часто поєднується в практичній чи пізнавальній діяльності.

Аналіз (розкладання, розчленовування, розбір) і синтез (сполучення, складання, об'єднання) вивчає психологія, теорія пізнання і процес спрямованої взаємодії мислячого суб'єкта з об'єктивним змістом розв'язуваної задачі.

Впродовж останніх десятиліть вчені, методисти і передові вчителі-практики спрямовують свої зусилля на пошуки шляхів максимальної активізації пізнавальної діяльності учнів і ефективного керування нею. У зв'язку з цим виникла проблема визначення функції задач у навчанні, місця, ролі і цільового призначення окремих типів задач і кожної конкретної задачі. На наш погляд, найбільш повно функції задач у навчанні виділено в працях Ю. М. Колягіна і Д. С. Зейналова. Це чотири функції - навчальна, виховна, розвиваюча і контролююча.

Навчальна функція винахідницьких задач спрямована на формування у школярів системи знань, умінь і навичок на різних етапах її засвоєння. Функція винахідницьких задач, що виховує, спрямована на формування у школярів діалектико-матеріалістичного світогляду, пізнавального інтересу і навичок навчальної праці, на виховання гуманістичних поглядів і переконань, а також моральних якостей

особистості людини. Розвиваюча функція задач спрямована на розвиток мислення школярів (зокрема, науково-теоретичного мислення), на формування в них прийомів ефективної розумової діяльності. Контролююча функція винахідницьких задач спрямована на встановлення рівнів навченості, здатності до самостійного вивчення фізики, рівня розвитку учнів і сформованості пізнавальних інтересів.

Жодна з названих функцій не може виступати ізольовано від інших, але в кожній конкретній задачі вчитель повинен виділити ведучу функцію і при належній цільовій настанові домагатися її реалізації в першу чергу. Кожна з основних функцій важлива в загальній системі навчання, але особливо підкреслимо роль розвиваючої функції винахідницьких задач. Не випадково видатні вчені Е. Резерфорд, Н. Бор, А. Ейнштейн, П. Л. Капіца, Б. М. Кедров і ін. відзначали, що задачі повинні не тільки і не стільки сприяти закріпленню знань, тренуванню в застосуванні їх, скільки формувати дослідницький стиль розумової діяльності, метод підходу до досліджуваних явищ.

У психологічній і педагогічній літературі немає єдиного трактування поняття «задача». Різні автори по-різному підходять до питання про співвідношення між суб'єктом і задачею. Різноманітні сучасні підходи до поняття «задача» можна об'єднати в дві групи в залежності від того, до яких систем застосовується це поняття. До першої групи відносяться трактування поняття «задача», розповсюджені в роботах з дидактики, методики. Тут задача трактується як ситуація зовнішньої діяльності, що може бути проаналізована й описана у відриві від суб'єкта, що здійснює діяльність. Такий підхід позбавляє поняття «задача» визначеного психологічного змісту. До другої групи відносяться трактування поняття «задача», що включають психологічний зміст і зводяться до загальної характеристики задачі як мети, даної у визначених умовах, як особистої характеристики діяльності суб'єкта. Задача в трактуваннях цієї групи

розглядається як суб'єктивне, психологічне відображення тієї зовнішньої ситуації, у якій розгортається цілеспрямована діяльність суб'єкта.

Процес розв’язування задач як процес розумової діяльності суб'єкта досліджується психологією. В останні роки в психології, кібернетиці, логіці робиться спроба дослідження задач як таких, а не тільки процесів їхнього вирішення. Зокрема, англійський вчений У. Рейтман у роботі «Пізнання і мислення (моделювання на рівні інформаційних процесів)» пише: «Якщо ми намагаємося зрозуміти, як люди вирішують задачу якого-небудь виду, необхідно мати певні уявлення про структуру розв'язуваної задачі» [214, с.185]. У його монографії по евристичному програмуванню одна з глав присвячена розгляду задач.

Навчання учнів методам чи способам розв’язування типових стандартних задач — важливе завдання вчителя.

Методи і способи розв’язування задач визначаються як характером самих задач, так і тими засобами, якими володіють учні на даному етапі навчання. У дослідженнях психологів, дидактів і методистів в останні роки переконливо показано, що уміння школярів вирішувати задачі не знаходиться в прямій залежності від числа розв’язаних задач. Учень може розв’язати велику кількість окремих задач, але якщо в нього не сформований загальний підхід до задачі, її аналізу, пошуків плану рішення, самостійно розв’язувати задачі він не навчиться. Психологічні і дидактичні дослідження проблеми навчання розв’язуванню задач встановлюють такі основні причини несформованості в учнів загальних умінь розв’язування задач:

1. Невміння аналізувати задачу, проникати в її сутність, орієнтуватися в ситуаціях, сформульованих в умові задачі.

2. Відсутність аналізу власної діяльності учнем після вирішення задачі, необхідного для того, щоб виділити істотне в структурі вирішення, витягти інформацію, корисну для вирішення інших задач.

3. Недостатнє керування розумовою діяльністю учнів з боку вчителя в процесі вирішення задач.

4. Недостатня увага до з'ясування функцій визначених типів задач і кожної конкретної задачі, їхнього місця в навчанні.

Коли говорять про методи та способи розв’язування задач, мають на увазі деякі розпорядження, вказівки про способи дій людини, які треба зробити, щоб вирішити визначену задачу. Для більшості стандартних задач шкільного курсу можна сформулювати алгоритми їхнього вирішення. Більший ефект у навчанні вирішенню задач досягається тоді, коли вчитель не повідомляє учням готовий алгоритм рішення, а на прикладі одної, двох задач-моделей організує їх діяльність на самостійний чи колективний пошук алгоритму вирішення і його формулювання.

Для вирішення нестандартних задач необхідно володіти евристичними методами чи прийомами. Д. Пойа вважає, що «евристика — наука про те, як робити відкриття» [171, с.14]. Успіх евристичної діяльності школярів багато в чому визначається сформованістю таких загальних розумових дій, як аналіз. Навчання учнів методам та способам вирішення типових стандартних задач — важлива задача вчителя. Знання способів розв'язування типових задач орієнтує учня на встановлення істотних зв'язків між шуканими та даними об'єктами, рятує від повторних відкриттів, вивільняє час і дає основу для пошуку вирішення нестандартних задач.

Проблема навчання творчості, розв’язання нестандартних задач, підготовки до професійної творчої діяльності досить незвичайна. Звідси виникла ідея «вільного» виховання, «спонтанного» розвитку творчості, за якою найважливішим вважалося не перешкоджати паросткам спонтанної творчості. Проте добре було б не тільки не заважати, а й сприяти розвиткові творчих здібностей, здатності до різних видів творчої праці.

Так, О. О. Мелік-Пашаєв виділяє кілька рівнів творчих здібностей у художній творчості, які виявляються в розв'язуванні творчої задачі. Одна з головних характеристик творчої задачі, як відомо, — відсутність єдино правильного рішення взагалі, воно можливе тільки з певної естетичної позиції, якщо йдеться про мистецтво, або, ширше, з певної рефлексивної позиції суб'єкта відносно задачі. Отже, найнижчі, операціональні компоненти творчих здібностей можна формувати безпосередньо, показуючи й пояснюючи, як і що має робити учень. Для розвитку творчої уяви перед учнем треба ставити задачі, для вирішення яких він має відшукати власні, не відомі вчителеві засоби. Якщо йдеться про естетичну позицію, тут і саму задачу повинен поставити перед собою учень.

Щоб описати процеси формування здатності до творчості, використовується ідея, поняття тренінгового впливу. В даному разі йдеться про тренінг інтелектуально-творчий.

Інтелектуально-творчий тренінг, тобто розгорнуту систему гнучких впливів на особистість, спрямовану на формування здатності до творчості, слід відрізняти від прийомів, або методів активізації творчості «під конкретну задачу», тобто методів пошуку конкретного технічного або наукового вирішення. Разом з тим знайомство з такими методами, значною мірою поширеними в організації сучасної технічної творчості, їх практичне застосування і відповідний досвід теж сприяють нагромадженню творчого потенціалу.

Методи пошуку нових технічних рішень поділяються на групові та індивідуальні. Серед групових слід відзначити «брейн-стормінг» А. Осборна, синектику Дж. Гордона, для якої важливим є вміння емпатичного втілення у неживі предмети, творчу дискусію тощо. Принципову роль у групових методах пошуку нових технічних рішень відіграє соціально-психологічний аспект організації творчої групи,

комплектування керівної ланки, стиль лідерства, підтримка комфортного спілкування в групі. Ці ж фактори мають вирішальне значення для творчої ефективності малих виробничих груп, зокрема в системах автоматизованого проектування технічних об'єктів.

Серед індивідуальних або комбінованих методів (тобто таких, які можуть використовуватися як однією людиною, так і групою) можна відзначити узагальнений евристичний метод О. М. Половинкіна, метод гірлянд асоціацій, або метафор, розроблений відомим винахідником Г. Я. Бушем, його ж «метод семикратного пошуку», а також метод «морфологічного аналізу» (Ф. Цвіккі), функціонально-вартісний аналіз, метод фокальних об'єктів (Ф. Кунце). З цими методами можна ознайомитися в сучасній літературі з технічної творчості (Г. С. Альтшуллєр, В. О. Моляко, Ю. Л. Трофімов) [6, 143].

Системи творчого тренінгу, як правило, містять у собі комбінації багатьох методів, вони орієнтовані не на конкретний результат, а на поштовх до творчості, нагромадження відповідного потенціалу, відстрочену творчу ефективність.

Прикладом цього є система творчого тренінгу КАРУС В. О. Моляко. КАРУС — це абревіатура з назв п'яти найбільш застосовуваних стратегій конструювання: комбінування, аналогізування, реконструювання, універсальна стратегія та стратегія випадкових підстановок.

Широко відома серед інженерів ТРВЗ (теорія розв'язування винахідницьких задач) Г. Альтшуллера. ТРВЗ базується на філософській ідеї виявлення та розв’язання протиріччя у винахідницькій задачі.

Винахідництво, безумовно, являє собою найвищий рівень технічної творчості і науково-технічної творчості взагалі. В деяких психологічних дослідженнях винахідництво протиставляється навіть відкриттю і розглядається як результат розвиненої творчої активності особистості й продуктивності мислення Під відкриттям розуміють виявлення за

допомогою аналізу реальних властивостей (ідей, речей і теорій), а під винаходом — конструювання об'єкта, кращого, ніж той, що аналізується. Винахідництво є соціально значущим видом творчості, у ньому здійснюється розробка операціональних знань, засобів діяльності, які безпосередньо впливають на науково-технічний прогрес

Нарешті, винахідницька діяльність має особливі можливості в плані розв'язання «одвічного протиріччя» проблеми навчання творчості. Робота із задачами, які є тільки суб'єктивно новими, становить обов'язковий етап підготовки до творчості, хоча і є певною мірою «рафінованим» (тобто звільненим від значущих психологічних домішок) варіантом творчої діяльності. Однак навчання творчості вимагає зваженого співвідношення між суб'єктивною і об'єктивною новизною задач, що розв'язуються, їх самостійною постановкою і заданістю.

Психологічні особливості винахідницької діяльності (самостійна постановка задач, неможливість правильного рішення-“відповіді”, їх потенціальна варіантність, багаторівневість кожної винахідницької задачі та ін.) сприяють тому, що навіть у поставленій й розв'язаній задачі тривалий час зберігається «інерція» об'єктивності її творчого змісту, об'єктивної новизни. Саме цей заряд об'єктивної новизни, що міститься у винахідницькій задачі, потрібний для розвитку творчої діяльності й збереження всіх психологічних особливостей об'єктивної творчості.

Запропонований вище психологічний аналіз проблеми підготовки до творчості дав можливість розробити підходи до творчого тренінгу з винахідництва. Це система спеціальних занять, під час яких створюються сприятливі психологічні умови для реалізації творчого потенціалу суб'єкта, його розвитку й нагромадження, усвідомлення й рефлексивного аналізу прийомів творчої діяльності. В нашій системі підготовки до винахідництва передбачена активізація як усвідомлюваних та раціональних, так і неусвідомлених та емоційних складових творчості;

активізація й розвиток останніх відбуваються завдяки образному мисленню і сприятливому емоційному фону, вивченні методів творчого пошуку, в основі яких лежить теорія розв'язування винахідницьких задач Г.Альтшуллєра.

2.4. Подолання психологічної інерції в розв'язуванні винахідницьких задач

Розв'язком будь-якої винахідницької задачі є щось нетривіальне - "те, чого не було досі". Тому сам процес розв'язування цих задач вимагає від учасників процесу готовності до пошуку нетрадиційних, неочевидних розв'язків. Чим більшою мірою відрізняється знайдений результат від відомих досі або подібних до них - тим він сильніший, тим вищий рівень винаходу. Формування в учнів психологічної готовності до пошуку нестандартних розв'язків вимагає постійної роботи впродовж всього курсу навчання і, в свою чергу, є стимулятором творчої позиції в різних сферах.

В теорії розв'язування винахідницьких задач цьому підпорядкований курс розвитку творчої уяви (РТУ), одним із завдань якого є подолання психологічної інерції.

Згідно з теорією психолога Зігмунда Фрейда, розумова діяльність відбувається на двох рівнях: свідомості та підсвідомості. Причому, якщо свідомість є наслідком набутого досвіду, то в підсвідомості закладено найнесподіваніші, найбільш оригінальні ідеї. Здобуття їх з підсвідомості - інтуїція, осяяння ("озарение") - притаманне творчим особистостям, незалежно від їхнього фаху, галузі [262].

Поєднання свідомого та підсвідомого, як правило, і дає різноманітні відкриття, винаходи. Такими ж процесами характеризується і технічна творчість учнів.

Одним із шляхів одержання оригінальних нетрадиційних ідей, розв'язків є подолання психологічної інерції (ПІ).

ПІ, яка характеризує здатність мозку людини комутувати свідоме та підсвідоме, має подвійне значення. Наприклад, якщо людина автоматично реагує на сигнал світлофора, то в цьому випадку роль ПІ - позитивна. Проте для знаходження оригінальних, нетрадиційних розв'язків, ідей, людині потрібно вміти розкріпачувати розумову діяльність, відключати ПІ. Тобто, важлива не наявність ПІ, а властивість керувати нею. Про те, що ПІ характерна для кожного, свідчить звичка людини сідати постійно на якесь вибране місце, вживати постійно ті самі страви. Розглянемо загальновідомі тести, що засвідчують наявність у людини ПІ.

ТЕСТ 1. Швидко відповідати на запитання:

- Чому дорівнює один в квадраті? - Один.
- Чому дорівнює два в квадраті? - Чотири.
- Чому дорівнює три в квадраті? - Дев'ять.
- Чому дорівнює чотири в квадраті? - Шістнадцять.
- Чому дорівнює кут в квадраті? - ... (пауза 5-20 секунд в залежності від ступеня ПІ)... Дев'яносто градусів.

ТЕСТ 2. Показати дві руки. Запитання:

- Скільки пальців? - Десять.
- (Швидко) А на десяти руках? - (Переважна більшість відповість 100, а не 50).

ТЕСТ 3. Запропонуйте швидко рахувати від 1 до 100. В той же час назвати:

- частину обличчя;
- прізвище російського поета;
- фрукт.

Більшість називає: ніс, Пушкін, яблуко.

Для вміння керувати ПІ важливе значення має сутність її форм, основними з яких є:

1. Повне відкидання нової ідеї. (Звідси, проте варто вилучити випадки, коли нову ідею відкидають свідомо).

1.1. Без доказів непотрібності та абсурдності ідей.

Коли до французького імператора з'явився винахідник Фултон і запропонував ідею заміни парусного флоту паровим, Наполеон наказав прогнати "шарлатана". В результаті паровий флот з'явився значно пізніше, а Англія, за оцінками істориків, не зазнала вторгнення.

1.2. З доказами, які обмежують або відкидають використання ідеї.

Генерал Драгомиров, відомий російський військовий мислитель, прогресивна людина, так відгукнувся на новий винахід - "кулемет": "Якби одну і ту ж людину потрібно було б вбивати кілька разів, то це була б чудова зброя, так як при 600 пострілах за хвилину їх припадає 10 куль в секунду. На біду прихильників такого швидкого пускання куль, людину досить пристрелити один раз, і розстрілювати її потім навздогін, поки вона буде падати, потреби наскільки мені відомо немає. Правда, є пристрої, які розсіюють кулі, але знову таки, на біду не народилися ще такі музиканти, які були б в змозі змінити напрямок дула в 10 разів в секунду. Та, якби і народились, то вони могли б тільки пускати кулі на удачу. Правда, в натовп годиться, але який дурень тепер підставить натовп. А нагрівання дула?" - "Але ж охолодження", - заперечували йому. - "Воно, звичайно, охолодження, та, на біду, колодязя з собою возити не можна, а іноді буває, що і сам би радий би напитися, та води немає..."

2. Прийняття на віру положень, висловлених авторитетними людьми.

Історичний приклад. Арістотель, великий дослідник природи, написав в одному із своїх трактатів, що в мухи вісім ніг. Цьому вірили майже два тисячоліття, поки якийсь скептик-недовіра не перерахував ноги мухи. Їх виявилося шість.

3. Використання старого принципу дії в переході на принципово нове обладнання, матеріали тощо.

Таких прикладів цьому багато.

3.1. Перший паровоз відштовхувався від землі “ногами”, прироблениими ззаду. Інша модель мала зубчасті колеса і рухалася зубчастими рейками.

3.2. Перші пароплави були весельними. Весла приводились в дію паровою машиною.

3.3. Перший електродвигун був копією парового, тільки поршень рухали по черзі два електромагніти, які перемикались золотником.

3.4. Сучасні поздовжньо-стругальні та шліфувальні верстати, які мають мікропроцесори та маніпулятори, працюють за принципом рубанка: один хід робочий, один - холостий.

4. Збереження старої форми об‘єкту в переході на новий рівень розвитку техніки без функціональної потреби в тому.

Так, наприклад, перший автомобіль, мав спереду кінську голову. Сучасна машинка з лазером для зварювання синтетичних матеріалів має форму старої швейної машинки.

5. Невміння бачити можливість використання відомих розв‘язків в інших галузях.

Так Генріх Герц, який відкрив радіохвилі, відкидав можливість їх застосування в техніці зв’язку: “І не сперечайтеся, я сам відкрив ці хвилі. Мені краще знати”.

В 50-х роках вчені-металурги пробували застосовувати для плавлення металу нагрівання високочастотним електромагнітним полем. Але метал нагрівався лише біля поверхні, а не всередині. Через кілька років безуспішний експеримент припинили, і лише через десяток років

уже інші вчені запропонували застосовувати це явище для поверхневого нагрівання та загартування виробів.

6. Розв‘язування задач трафаретними способами.

Прикладом може бути задача з виготовлення автомата для сортування фарфоро-фаянсового посуду. Автомат повинен був замінити сортувальниць-жінок, які після першого обпалювання посуду беруть з конвеєра тарілку в руки, підносять до вуха, вдаряють по тарілці спеціальним молотком і по тембру звучання розкладають їх на кілька сортів. Тарілки потім ідуть на друге обпалювання. В результаті майже річної праці колективу лабораторії було створено “рукастий” автомат, який брав маніпулятором тарілку, підносив її до мікрофона, ударяв молоточком, звук поступав на звукоаналізатор, і, в залежності від тембру звуку, маніпулятор сортував тарілки. У випробуванні експериментального зразка виявилося, що бій посуду в сортуванні зріс настільки, що розробку було недоцільно впроваджувати у виробництво.

Як інший приклад можна запропонувати задачу: як колоти горіхи в умовах масового кондитерського виробництва. Ядра горіхів при цьому повинні залишатись цілими.

Дана задача пропонувалася інженерам, студентам, школярам, науковцям. Всі запропоновані розв’язки були спрямовані в один бік: колоти горіхи пресом, молотаркою, вистрілювати ними тощо, тобто - створення великого молотка. Лише одиниці пропонують нетрадиційні розв’язки, наприклад: замочувати горіхи і швидко обсушувати при високій температурі: шкаралупа буде тріскатися, а ядро залишиться цілим.

7. Використання об‘єктів тільки за прямим функціональним призначенням.

Мало кому прийде в голову використовувати лід як будівельний матеріал. Або підсилювач звукової частоти для боротьби з хропінням.

Однак відомо, що в умовах Крайньої Півночі на полярних станціях лід використовують як будівельний матеріал. А нещодавно зарубіжними фірмами було виготовлено апарат для боротьби з хропінням саме на базі підсилення звуку…

Для подолання явища ПІ можна рекомендувати кілька шляхів, або - що більш ефективно - їх комбінації.

По-перше, при розв'язуванні конкретної технічної задачі слід проаналізувати кожний розв'язок за вищеназваними формами ПІ: чи не спрацювала одна з них в даному випадку.

Інший спосіб полягає в застосуванні методів активізації - "мозкового штурму", методу фокальних об'єктів, морфологічного аналізу тощо.

І, нарешті, систематична робота з розвитку творчої уяви (РТУ) - побудова фантограм тощо, - яка постійно тренує мозок на пошук нетрадиційних розв'язків.

2.5. Асоціативні методи пошуку технічних розв'язків

Асоціативні методи пошуку ґрунтуються на використанні в творчому процесі систематичних властивостей понять шляхом використання аналогів їх вторинних змістових відтінків; у цьому основними джерелами для генерування нових ідей служать асоціації, метафори і випадково вибрані поняття.

До цієї групи відносять метод каталогу, пізніше вдосконалений і названий методом фокальних об'єктів (МФО), а також метод гірлянд, випадковостей і асоціацій. Суть винахідництва у застосуванні даних методів ґрунтується на пошуку символічних аналогій.

Метод фокальних об'єктів (МФО) ґрунтується на перенесенні ознак випадково вибраних об'єктів на об'єкт, який вдосконалюється, що лежить як би в фокусі (фокальний об'єкт) переносу, внаслідок чого

отримують незвичні поєднання, котрі дозволяють подолати психологічну інерцію.

Наприклад, якщо вдосконалюваним (фокальним) об'єктом є олівець, а випадковим об'єктом - тигр, то отримаємо поєднання (сполучення) на зразок "смугастий олівець", "хвостатий олівець" тощо. Розглядаючи ці сполучення і розвиваючи їх, іноді вдається знайти оригінальні ідеї (наприклад, "хвостатий олівець" втілюється в олівець (ручку) з гнучким тримачем (хвостом) - досить відома конструкція).

Послідовність застосування методу фокальних об'єктів така:

1. Вибір фокального об'єкта (наприклад, годинник).

2. Вибір 3-4 випадкових об'єктів (вибирають, як правило, навмання: зі словника, каталогу, технічного журналу тощо, наприклад, "кіно", "змія", "каса", "полюс").

3. Складання списків ознак (властивостей) випадкових об'єктів (наприклад, кіно: широкоекранне, звукове, кольорове, об'ємне і т.п.).

4. Генерування ідей шляхом приєднання до фокального об'єкта ознак випадкових об'єктів (наприклад, звуковий годинник, об'ємний годинник).

5. Розвиток сполучень шляхом вільних асоціацій.

6. Оцінка отриманих ідей і відбір корисних розв’язків.

Асоціативні методи пошуку застосовуються при пошуку модифікацій вже відомих об'єктів (способів, пристроїв, речовин).

Мозковий штурм. Мозковий штурм (МШ) запропонований в 50-х роках американським психологом А.Осборном. Суть його полягає в тому, що одні люди більше схильні до генерування ідей, інші - до їх критичного аналізу. Для усунення психологічного гальмування, викликаного страхом критики, А.Осборн запропонував розділити етапи генерування і критичного аналізу ідей в часі. В МШ можуть брати участь люди різних спеціальностей.

Основні правила МШ:

1. Задачу послідовно розв'язують дві автономні групи учасників МШ: "генератори ідей" та "експерти". В першу групу входять люди, наділені багатою уявою і схильні до фантазування (4-15 чол.), в другу - люди з аналітичним, критичним складом мислення (6-12 чол.)

2. Генерування ідей повинно відбуватися вільно. Висловлюються будь-які ідеї, в тому числі жартівливі та явно помилкові. Регламент: 1-2 хв. Ідеї висуваються без доказів і обговорення. Всі ідеї записуються (бажано - магнітофонний запис). Тривалість МШ: 20-40 хв.

3. Під час генерування ідей заборонено будь-який аналіз і критика. В ході МШ між його учасниками - "генераторами" повинні бути доброзичливі і вільні стосунки. Бажано, щоб ідея, висловлена одним учасником, підхоплювалась і розвивалася іншими.

4. Під час експертизи необхідно уважно розглянути всі ідеї, навіть ті, що здаються хибними і “дикими”.

5. Процесом розв'язування задачі управляє керівник, який повинен забезпечити виконання абсолютно всіх умов і правил проведення МШ. Керівник при цьому не повинен наказувати і критикувати: його завдання - задавати різні запитання, які щось підказують або уточнюють задачу.

6. Під час МШ доцільно застосувати інверсію ("зробити навпаки"), аналогію ("зроби так, як це зроблено в іншому розв'язку"), емпатію ("вважай себе частиною вдосконалюваного об'єкта і з'ясуй при цьому свої почуття і відчуття") і уяву ("зроби щось фантастичне").

Основна концепція МШ: дати новим ідеям вихід з підсвідомості, - ґрунтується на теорії З.Фрейда, згідно з якою керована свідомість - лише тонке нашарування над некерованою підсвідомістю. В свідомості діє порядок, ясність, в підсвідомості – хаос і тьма, бурхливі грізні сили, які час від часу прориваються назовні і примушують людину здійснювати нелогічні вчинки. Психологічна інерція, на думку А.Осборна, народжена порядком, що панує в свідомості. Допомогти новим ідеям прорватись з

підсвідомості в свідомість - така філософсько-психологічна концепція методу МШ.

Відомі різновиди МШ, суть яких зрозуміла з назв: письмовий, індивідуальний, масовий, двостадійний (проводиться в два етапи по півтори години, в перерві відбувається вільне обговорення проблеми), поетапний (послідовно штурмується постановка задачі, розвиток ідеї розв'язування, конструкція, проблеми впровадження), зворотній штурм (шукають недоліки механізму або процесу; виявлення недоліків дозволяє сформулювати нові винахідницькі задачі), тіньова сторона (коли одна з груп "генераторів" не висловлює своїх ідей в процесі обговорення проблеми, а записує їх в блокноти) тощо.

МШ дозволяє подолати психологічну інерцію, але виключає управління мисленням і ефективний лише в розв'язанні нескладних задач (третього-другого рівнів); застосовується для отримання нових ідей в науці, техніці, адміністративній діяльності (наприклад, принципами МШ користується телевізійний клуб знавців "Що ? Де? Коли?"). Щодо ефективності методу, то його можна проілюструвати на прикладі американської фірми "Дженерал Електрик", яка користуючись методами МШ, протягом ЗО хвилин, отримала 175 варіантів оптимального з'єднання двох електричних провідників.

Синектика. Синектика (в перекладі з грецької - суміщення різнорідних елементів) - це професійний мозковий штурм, який проводиться з використанням аналогій та асоціацій. Цей метод запропонував американський винахідник та дослідник В.Дж.Гордон. Ним же в 1960 р. заснована винахідницька фірма "Синектикс". В проспекті фірми записано: "Синектичні групи - групи людей різних спеціальностей, які зустрічаються з метою спроби творчого розв'язання проблеми шляхом необмеженого тренування уяви і об'єднання несумісних елементів".

Синектика - найефективніший метод розв'язування винахідницьких задач в зарубіжній практиці.

В основу методу покладено мозковий штурм. Однак звичайний МШ здійснюється людьми, які не навчені спеціальним творчим прийомам, в той час як синектика проводиться постійно працюючими групами (5-7 чол.). Очевидно, що такі групи, накопичуючи прийоми, досвід, функціонують більш успішно, ніж випадково зібрані групи. Послідовність розв'язування задачі синектичною групою показана на рис. 2.1.

Розв'язування задачі розпочинається з ознайомлення із "заданою проблемою" (ЗП), група, уточнюючи проблему, перетворює її в "усвідомлювану проблему" (УП). Далі розпочинається власне розв’язування, засноване на перетворенні звичного в незвичне і навпаки, тобто на систематичних спробах розглянути задачу з нової точки зору і тим самим подолати психологічну інерцію. В синектиці для генерування ідей застосовують чотири види аналогій.

Пряма аналогія - розглядуваний об'єкт порівнюється з більш або менш аналогічним об'єктом з іншої галузі техніки або з об'єктом із живої природи. Робиться спроба використання готових розв'язків з інших галузей техніки або живої природи. Так, для удосконалення процесу пофарбування меблів, застосування прямої аналогії може полягати в тому, щоб розглянути, як забарвлюються мінерали, квіти, птахи тощо.

Особиста аналогія (емпатія) - психічне ототожнення себе з об'єктом. Розв'язуючи задачу, людина вживається в образ вдосконалюваного об'єкта, намагається вияснити при цьому почуття, які виникають, відчуття, тобто "відчути задачу". Так, в попередньому прикладі можна уявити себе білою вороною, котра прагне пофарбуватись.

Символічна аналогія - узагальнена, абстрактна аналогія. Потрібно коротко (буквально 2-3 слова) в парадоксальній формі сформулювати фразу, що відображає суть явища. Ця фраза обов'язково повинна містити

парадокс, щось несподіване, дивне. Надалі застосування символічної аналогії було скорочено до прийому знаходження "назви книги", котра характеризує певне ключове поняття, з обов'язковою наявністю парадоксу (протиріччя). Наприклад, "Живий труп", "Гарячий сніг", "Без вини винний", "Очевидне - неймовірне" тощо. Такий прийом дозволяє здійснювати перехід від обговорюваної проблеми до нового, що суттєво відрізняється від прототипу

При фантастичній аналогії в задачу вводяться деякі фантастичні предмети, які виконують те, що потрібно за умовою задачі ("шапка-невидимка", "чоботи-швидкоступи" тощо). При цьому доцільно задавати питання на зразок : "Як зміниться проблема, якщо зникне сила тяжіння?".

Приклад. Трубопроводом рухається пульпа - вода з частинками руди. Трубопровід в місцях згину швидко зношується внаслідок ударів частинок залізної руди у внутрішні стінки труби. Як забезпечити захист згинів трубопроводу від швидкого зношування?

Розв'язуючи дану задачу за допомогою методу синектики, потрібно розглянути, як розв'язується така ж задача в інших галузях техніки (пряма аналогія), наприклад, як захищають елементи гідроконструкцій при гідротранспортуванні інших матеріалів, зокрема, руд; в ланцюжок аналогій ввійдуть подібні елементи в піско- і дробоструменевих апаратах. Синектори проаналізують, як захищаються від пошкоджень рослини, зокрема дерева, стравоходи риб та інших представників фауни, які харчуються "колючою" їжею тощо.

В ході розв'язування задачі за принципом емпатії (власної аналогії), синектори уявляють себе на місці трубопроводу в подібній ситуації, тобто уявляють себе стоячими на повороті коридору, яким пролітають різні предмети, і при цьому змушені скеровувати потік в потрібному напрямку. Вони намагаються уявити відчуття від ударів пролітаючих предметів і виробити систему захисту від них. Найбільш вдалий спосіб захисту в

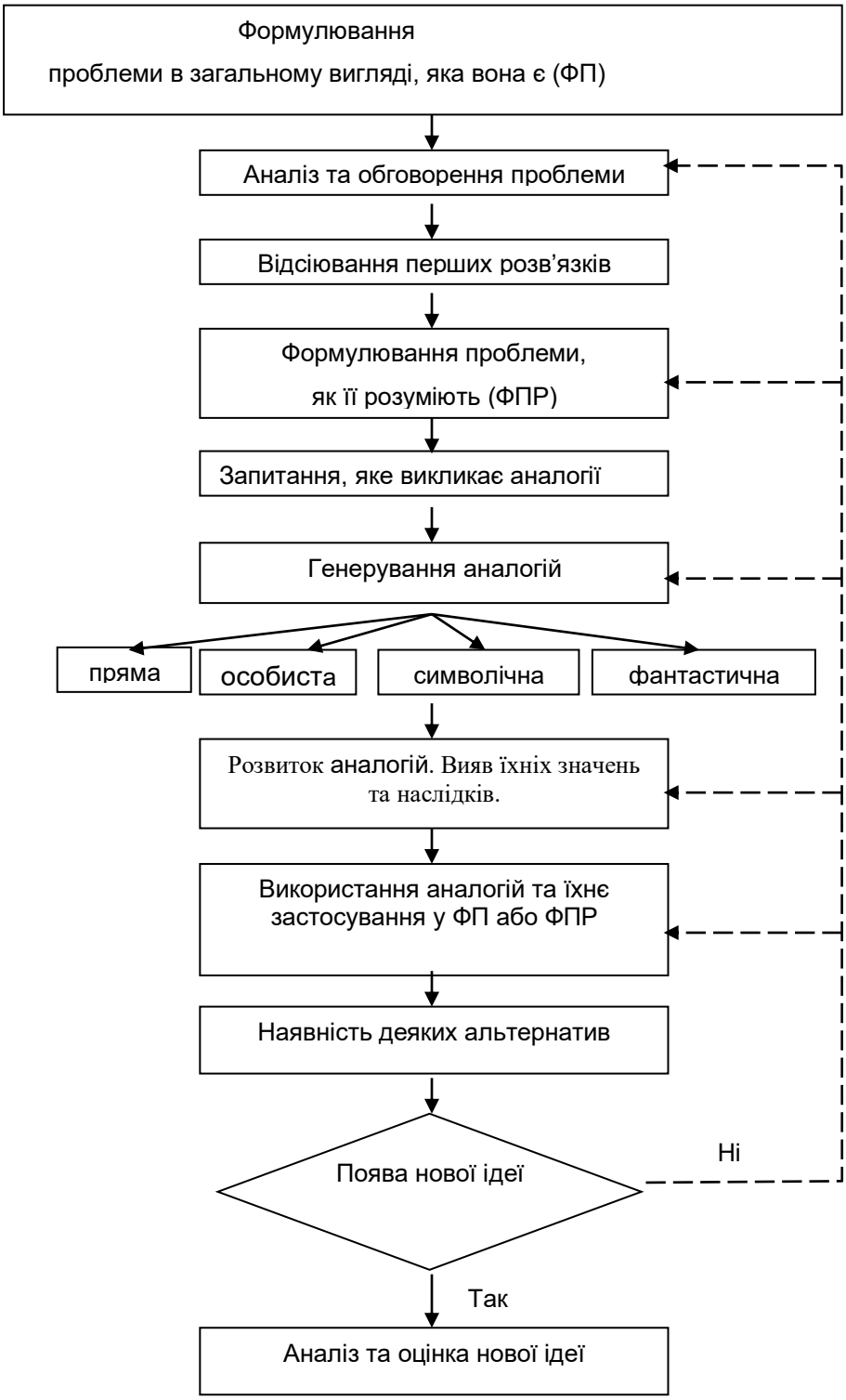


Рис.2.1. Блок-схема методу синектики

даних умовах - спіймати перший пролітаючий предмет і з його допомогою скеровувати політ інших. Це і є розв'язок задачі. Трубопровід, щоб запобігти зношуванню, повинен робити те ж саме. Для цього досить в

місцях згину трубопроводу з зовнішньої його сторони встановити магніти, і трубопровід в цих місцях з внутрішньої сторони покриється "бронею" - шаром частинок залізної руди.

Символічні аналогії для ключового слова "захист" при розв'язуванні даної задачі можуть бути такі: "жива броня", "невидима кольчуга", "відростаючий шар". Остання аналогія підказує ТР (технічний розв'язок): подавати до згинів трубопроводу охолоджуючий потік, який створює шар льоду, що перешкоджає зносу трубопроводу.

Хід синектичного засідання обов'язково записують на магнітофон, - запис згодом детально вивчають з метою вдосконалення тактики розв'язування .

До постійних клієнтів фірми "Синектикс" поряд з дрібними відносяться "Дженерал Електрик", IBM (обчислювальна техніка), "Ремінгтон" (зброя), "Зінгер" (швейні машинки) тощо.

За допомогою методу синектики розв'язують винахідницькі задачі другого – третього рівнів.

Метод контрольних запитань. Мета методу контрольних запитань (МКЗ) - за допомогою навідних питань підвести до розв'язку задачі. Суть методу полягає в тому, що винахідник відповідає на запитання, які містяться в списку, аналізуючи свою задачу в зв'язку з цими запитаннями.

В США найбільшого поширення набув список запитань А.Осборна. Приведемо деякі з них.

1. Яке нове застосування технічному об'єкту Ви можете запропонувати? Чи можливі нові способи застосування? Як модифікувати нові способи застосування?

2. Чи можливе розв'язання винахідницької задачі шляхом пристосування, спрощення, скорочення? Що нагадує Вам даний технічний об'єкт? Чи викликає аналогія нову ідею? Чи були в минулому аналогічні

проблемні ситуації, котрі можна використати? Що можна скопіювати? Який технічний об'єкт слід випереджувати?

3. Які модифікації ТО можливі? Чи можлива модифікація шляхом обертання, згину, кручення, повороту? Які зміни функції (призначення), кольору, руху, запаху, форми, обрисів можливі?

Інші можливі зміни?

4. Що можна збільшити в ТО? Що можна приєднати? Чи можна збільшити час служби, впливу? Збільшити частоту, розміри, міцність? Підвищити якість? Приєднати нову складову? Дублювати? Чи можлива мультиплікація робочих елементів чи всього об'єкта? Чи можлива гіперболізація елементів або всього об'єкта?

5. Що можна зменшити в ТО? Що можна замінити? Чи можна що-небудь ущільнити, стиснути, згустити, сконденсувати, вкоротити, звузити, відділити, роздробити, застосувати спосіб мініатюризації?

6. Що можна в ТО замінити? Що, скільки змішати і з чим? Інший інгредієнт, матеріал, процес? Інший колір, звук, освітлення? Інше розміщення? Інше джерело енергії?

7. Що можна перетворити в ТО? Які компоненти можна взаємно замінити? Замінити модель? Замінити розбивку, розмітку, планування? Змінити послідовність операцій? Трансформувати причину і ефект? Змінити швидкість або теми? Змінити режим?

8. Що можна в ТО зробити навпаки? Транспонувати позитивне і негативне? Чи не можна замінити місцями протилежно розташовані елементи? Повернути задом наперед, верхом вниз, обміняти місцями? Поміняти ролями? Перевернути затискачі?

9. Які нові комбінації елементів ТО можливі? Чи можна утворити суміш, сплав, новий асортимент? Скомбінувати секції, вузли, блоки, агрегати? Скомбінувати ознаки, ідеї?

Одним з найбільш вдалих і повних списків запитань вважається список, розроблений англійським винахідником Т.Ейлоартом:

1. Перерахувати всі можливості і ознаки очікуваного винаходу. Змініть їх.

2. Ясно сформулювати задачу. Спробувати нові формулювання. Визначити другорядні задачі і аналогічні задачі. Виділити головні.

3. Перерахуйте недоліки наявних розв'язків, їх основні принципи, нові пропозиції.

4. Накидати фантастичні, біологічні, екологічні, молекулярні та інші аналогії.

5. Побудувати математичну, гідравлічну, електронну, механічну та інші моделі (які точніше, ніж аналогії, відображають ідею).

6. Випробувати різноманітні види матеріалів та енергії: газ, рідину, тверде тіло, гель, піну, пасту тощо; теплову, магнітну, світлову енергію, силу удару тощо; різні довжини хвиль, поверхневі властивості тощо; перехідні стани: замерзання, конденсацію, перехід через точку Кюрі; ефекти Джоуля-Томсона, Фарадея і т.і.

7. Встановити варіанти, залежності, можливі зв'язки, логічні співпадання.

8. Взнати думку деяких, зовсім необізнаних в даній справі, людей.

9. Влаштувати сумбурне групове обговорення, вислуховуючи всіх і кожну ідею без критики.

10. Спробувати "національні” розв'язки: хитрий шотландський, всеосяжний німецький, практичний американський, складний китайський тощо.

11. Залишатись з обдумуванням проблеми, ідучи на роботу, гуляючи, їдучи, граючи в теніс тощо - з проблемою.

12. Накидати таблицю цін, величин, типів матеріалів і т.п., різних розв'язків проблеми або її частини, шукати проблеми в розв'язках або їх комбінаціях.

13. Визначити ідеальний розв'язок, розробляти можливі з них.

14. Видозмінити розв'язок проблеми з точки зору часу (швидше чи повільніше), розмірів, в'язкості тощо.

15. В уяві залізти всередину механізму.

16. Визначити альтернативні проблеми і системи, які включають певну ланку ланцюжка і, таким чином, створюють дещо зовсім інше, що веде вбік від потрібного розв'язку.

17. Чия це проблема? Чому саме його? Хто вигадав це перший? Історія питання? Які хибні пояснення цієї проблеми мали місце?

18. Хто ще розв'язував дану проблему? Чого він досяг?

19. Визначити загальноприйняті граничні умови і причини їх встановлення.

На практиці застосовуються комбіновані методи винахідництва. Так, в практиці функціонально-вартісного аналізу (ФВА) набули поширення списки контрольних запитань для вдосконалення окремих вузлів машин. Ось деякі з них:

1. Яке призначення даного вузла? Якщо його прибрати, які функції ТС перестане виконувати?

2. Сформулювати основну функцію вузла.

3. Як точніше назвати вузол, щоб ця назва найбільш повно відображала суть основної функції, яку він виконує?

4. До яких галузей техніки можна віднести даний вузол, виходячи з основної його функції? Як там розв'язуються подібні задачі?

5. Скільки функцій виконує вузол? Чи можна частину з них скоротити? Розширити?

6. Яким чином забезпечується виконання потрібних функцій?

7. Чи можна їх забезпечити іншим чином?

8. Чи можна вузол розділити на незалежні підвузли?

9. Якщо вузол розбірний, чи можна виконати його монолітним і навпаки?

10. Який елемент вузла найслабший? Чи можна його відділити від вузла?

11. Яке конструктивне рішення у вузлі очевидне?

12. Що зміниться, якщо рухому деталь зробити нерухомою, а нерухому - рухомою?

13. Яка деталь вузла найголовніша? Чи можна решту деталей виключити?

14. Що зміниться, якщо неперервну роботу вузла замінити періодичною (циклічною)?

15. Чи можна усунути холості ходи в роботі вузла?

16. Які фактори в роботі вузла найбільш "шкідливі"? Чи можна їх використати?

17.Чи можна дорогий елемент замінити дешевим?

18. Чи можна замінити механічну систему електричною, оптичною, тепловою і навпаки?

19. Чи можна те, що у вузлі виконується до монтажу, виконати при монтажі?

20. Що можна зробити для спрощення монтажу?

21. Що буде з ТС, якщо вузол буде здійснювати дії, протилежні тим, які від нього вимагаються?

22. Що буде з вузлом , якщо його повернути на 90°, закріпити "догори ногами"?

23. Як може змінитись вузол, якщо отримати не 100% технічного ефекту, а трохи менше?

24. Чи можна частину деталей у вузлі об'єднати?

25. Чи можна зменшити розміри вузла?

26. Чи можна замінити спеціальні деталі вузла стандартними?

27. Чи можна застосовувати більш економний спосіб монтажу вузла?

28. Чи можна замінити гвинтові або зварні з'єднання іншими?

29. Що буде, якщо замінити матеріал, з якого виготовлено деталі вузла?

30. Що являє собою "ідеальний" варіант даного вузла?

Перевагою МКЗ є те, що з винахідницькою досвіду відібрані відносно сильні запитання, які допомагають в якійсь мірі зменшити психологічну інерцію. Недоліком методу є те, що хоча списки вказують на те, що потрібно робити, але не пояснюють, як це робити, по суті, кожне запитання - це спроба.

2.6. Неалгоритмічні методи систематичного пошуку

2.6.1. Морфологічний аналіз

Метод морфологічного аналізу (МА) стосовно техніки був розроблений і вперше запропонований в 1942р. відомим швейцарським астрономом Ф.Цвіккі. Ще в 1939р. Ф.Цвіккі за допомогою цього методу зробив видатне відкриття - теоретично довів існування нейтронних зірок.

Суть МА, застосовуваного при розв'язуванні винахідницьких задач, полягає в систематичному дослідженні всіх можливих варіантів розв'язку, що виходять з морфології (будови) технічного об'єкта. Швейцарський астроном визначає суть свого методу як виявлення спільності всіх розв'язків даної проблеми. Морфологічний аналіз є яскравим прикладом системного підходу при розв'язуванні технічних задач.

МА здійснюють в такій послідовності:

1. Конкретне формулювання задачі (проблеми).

2. Виділення морфологічних ознак, тобто всіх важливих характеристик об'єкта, його параметрів, від яких залежить розв'язання задачі і досягнення поставленої мети.

3. Складання можливих варіантів (сполучень) виділених ознак у вигляді матриці.

4. Аналіз отриманих варіантів.

5. Вибір найбільш раціональних конкретних варіантів розв'язків.

Вся сукупність параметрів об'єкта може бути представлена у вигляді системи матриць, названих Ф.Цвіккі "морфологічною множиною" або "морфологічним ящиком" (рис 2.2.)

Якщо в кожному рядку матриці зафіксувати один єдиний елемент, а потім послідовно приєднати зафіксовані елементи, то отриманий проміжок елементів буде являти собою один з можливих варіантів розв'язання проблеми. Кількість можливих варіантів розв'язку NxK, де K=1,2,...

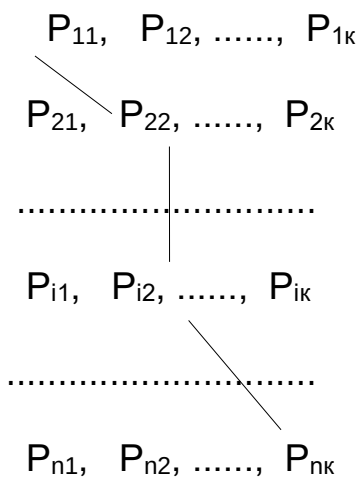


Рис.2.2. Морфологічна матриця

На наступному етапі визначаються, які з цих розв'язків існують в дійсності. Перш ніж зробити вибір кращого розв'язку, аналізують всі

розв'язки, які можуть бути здійснені. Можливим наслідком цього може бути те, що систематичний перебір можливих комбінацій може привести до принципово нових оригінальних розв'язків проблеми. Після відкидання нездійснених розв'язків оцінюють технічну ефективність тих, що залишились, і вибирають найбільш раціональні.

Розглянемо, як приклад задачу створення всюдихода.

Морфологічна матриця цієї проблеми приведена в табл. 2.3.

Зліва - позначення параметрів (елементів), справа - їх розшифровка; підкреслений параметр справа відповідає вибору стосовно елемента в лівій колонці.

Таблиця.2.3.

Морфологічна матриця створення всюдихода

Характеристики	Особливості характеристик
Двигун	ДВЗ; електродвигун; турбіна; турбореактивний
Колесо	моноколесо; звичайні колеса; лижі; повітряна подушка; водомет
Опора кабіни	на рушій; на ґрунт
Тип кабіни	відкрита; закрита однокорпусна; катамаран; тандем
Амортизація	за рахунок рушія; за рахунок амортизації; без амортизації
Керування	зміна напрямку двигуна; зміна напрямку рушія; водяне кермо
Задній хід	реверсом двигуна; реверсом рушія; без реверса (розворотом)
Гальмо	основним двигуном; допоміжним двигуном; гідрогальмом

Підкреслені варіанти дають одну з можливих структур всюдихода.

На основі морфологічного аналізу в 1943р. Ф.Цвіккі в результаті аналізу 576 варіантів розробив в американській фірмі "Аереджет інжінірінг корпорейшн" моделі німецьких секретних реактивних літаків-снарядів “ФАУ-1” та ракети "ФАУ-2" з імпульсними двигунами. Наукові консультанти, розглянувши ескізи цих ракет, заявили, що вони не будуть літати. Життя, як відомо, швидко спростувало ці твердження.

Отже, головною перевагою морфологічного аналізу є можливість шляхом систематичного перебору отримати найнесподіваніші поєднання елементів (параметрів), котрі можуть бути пропущені під час перебору методом МСіП . З іншого боку, автоматично долається психологічна інерція при підборі поєднань елементів.

Недоліками методу є: по-перше, необхідність аналізу значної (NxK) кількості варіантів; по-друге, відсутність впевненості в тому, що в морфологічну таблицю включено всі характеристики та їхні різновиди.

Найефективнішим застосуванням МА є розв'язування конструкторських задач загального плану (створення нових ТС, пошук нових компонованих розв'язків).

2.6.2. Методи пошуку, засновані на комбінаторному принципі

Метод "матриць відкриття" подібний до МА, але має свої особливості. В спрощеному вигляді суть методу полягає в побудові таблиці, в якій перетинаються два ряди характеристик. Якщо в морфаналізі всі вибрані характеристики відносяться до будови ТО, то в даному методі частина їх може стосуватись умов експлуатації, виробництва, споживання тощо (наприклад, матриця "потреба замовника - можливість виробника"). Сам метод не дає завершених ТР, але дає можливість створення вільних асоціацій. Тому при пошуку технічних розв'язків його доцільно застосовувати як допоміжний, а не основний спосіб розв'язування.

Суть методу десятинних матриць пошуку полягає в побудові таблиці з двома рядами характеристик, що перетинаються: по горизонталі — 10 евристичних прийомів (неологія, адаптація, мультиплікація, диференціація, інверсія, імпульсація, динамізація, аналогія, ідеалізація), а по вертикалі - 10 основних показників ТС (геометричні, фізико-механічні, енергетичні, конструкторно-технологічні, надійність і довговічність, експлуатаційні, економічні, ступінь стандартизації і уніфікації, зручність обслуговування і безпечності, художньо-конструкторські (дизайнерські показники). Застосування одного з прийомів до зміни одного з параметрів дає простір для нових асоціацій при пошуку нових ТР.

Для перетворення основних показників застосовуються такі групи евристичних прийомів:

Неологія - принцип переносу з однієї галузі техніки в іншу.

Адаптація - пристосування процесів, конструкцій, форм, матеріалів і їх властивостей до даних конкретних умов.

Мультиплікація - збільшення характеристик ТС з одночасним зменшенням останніх.

Диференціація - розділення, подрібнення функцій та елементів ТС.

Інтеграція - об'єднання, суміщення функцій та елементів ТС.

Імпульсація — перервність процесів, що відбуваються.

Динамізація - оптимізація змін в ТС - процес, зворотний до імпульсації, який змушує рухатись статичні елементи ТС, або замінює імпульсний режим на неперервний.

Інверсія - виконання навпаки.

Аналогія - подібність технічного розв’язку (є більш загальним, ніж неологія).

Ідеалізація - наближення ТО до ідеального.

На кожному етапі можуть застосовуватись додаткові методи стимулювання ТР, наприклад МШ.

Метод семикратного пошуку полягає в розділенні всіх стадій та елементів пошуку на 7 частин, що пов’язане з властивостями людського мозку щодо сприйняття і переробки інформації. Стратегія пошуку включає:

1. Аналіз проблемних ситуацій та суспільних потреб.

2. Аналіз функцій аналогів і прототипів.

3. Постановку задачі.

4. Генерування ідей та вибір евристичних засобів.

5. Конкретизацію ідей.

6. Оцінку варіантів. Вибір оптимального.

7. Спрощення, розвиток і реалізацію розв’язку.

Тактична частина включає численні прийоми, які застосовуються на різних етапах процесу розв'язування, такі як МШ, МФО, МА, десятинні матриці пошуку тощо.

Метод організуючих понять, розроблений Ф.Ханзеном (НДР) в 1953р., полягає в п'ятиетапному розв'язуванні задач, а саме:

1.Встановлення організуючих понять (конструктивних, морфологічних ознак ТС) і визначення їх відмінностей.

2. Класифікацію організуючих понять за ступенем їх важливості.

3. Проведення наочних співставлень організуючих понять з їх відмінностями і розробки на цій основі матеріалу для всіх можливих розв'язків, що відповідають вибраним параметрам (обмеженням).

4. Оцінку ознак стосовно їх відповідності спеціальним вимогам задачі.

5. Комбінацію ознак (властивостей) різних організуючих понять розв'язку.

2.6.3. Функціонально-вартісний аналіз

ФВА, в основному, є методом раціоналізації, тобто вдосконалення конструкції та процесів з метою зменшення їх вартості та витрат,

переважно без змін основних принципів, що лежать в основі даної ТС. ФВА ґрунтується на тому, що витрати, пов’язані із створенням і використанням будь-якого об’єкта, що виконує задані функції, складаються з необхідних для його виготовлення і експлуатації, а також додаткових, функціонально невиправданих, зайвих витрат, які виникають через введення зайвих функцій, що не мають безпосереднього відношення до призначення ТО, або пов’язаних з недосконалістю конструкцій, технологічних процесів, матеріалів, які застосовуються, методів організації виробництва, праці тощо. Застосування ФВА до вдосконалення відомих виробів дозволяє знизити їхню собівартість на 5-20%. ФВА здійснюють переважно постійні, тривалого функціонування дослідницькі групи, чисельністю 3-6 чол., серед яких є конструктори, технологи, економісти. ФВА включає 7 етапів:

1. Підготовчий (планування та підготовка дослідження, визначення мети роботи, підготовка робочого плану тощо).

2. Інформаційний (збір інформації про конструкцію, технологію, калькуляційні розрахунки тощо, отримання різноманітних документів і відомостей стосовно об’єкта досліджень).

3. Аналітичний (розрахунок, аналіз фактичних витрат, дослідження функції кожного елемента ТС і витрат на нього, виявлення зайвої функції).

4. Творчий (пошук можливих альтернативних варіантів вдосконалення об’єкта).

5. Дослідницький (оцінка варіантів з точки зору якості і затрат, а також попередній відбір варіантів).

6. Рекомендаційний (вибір оптимального варіанту).

7. Запровадження контролю результатів.

Головне питання ФВА - порівняння альтернатив у вартісному вираженні, мета якого - вибрати оптимальний варіант, що може бути

реалізований. Метод ФВА найбільш повно розроблено і викладено в спеціальній літературі [55, 166].

2.7. Алгоритмічні методи пошуку нових технічних розв'язків

В колишньому СРСР було створено принципово нову технологію розв'язування винахідницьких задач - теорію розв'язування винахідницьких задач - ТРВЗ. Початок розробки ТРВЗ покладено інженером Г.С.Альтшуллером в 1946 р. Перші публікації з ТРВЗ відносяться до 1956 р.. Результати першого етапу розробки ТРВЗ узагальнені в [5]. Основи сучасної ТРВЗ викладено в [6,7] і журналі "Техніка і наука" [8,9,10].

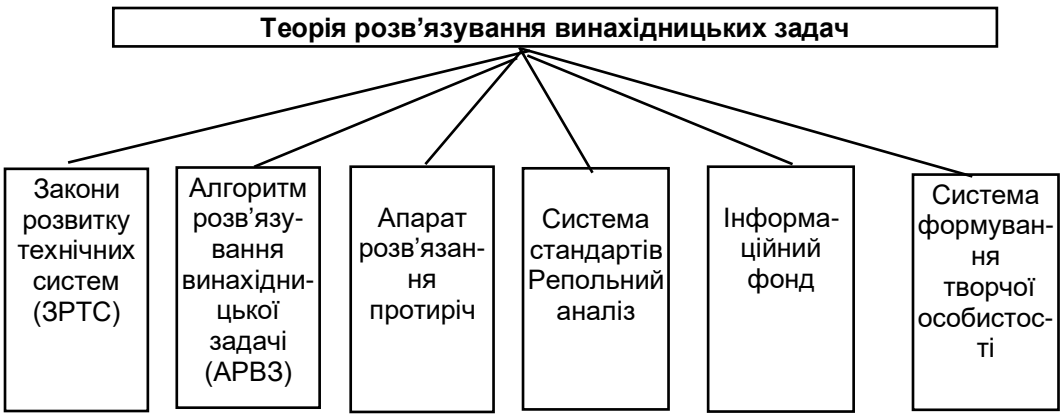


Рис. 2.3. Сучасна структура теорії розв'язування винахідницьких задач

Основна ідея ТРВЗ: технічні системи (ТС) виникають і розвиваються за певними діалектичними законами, які можна пізнати і застосовувати до

свідомого розв'язування нових винахідницьких задач. Основа ТРВЗ - діалектичні закони розвитку ТС, виявлені шляхом статистичного аналізу великих масивів патентної інформації.

Основним робочим інструментом ТРВЗ є алгоритм розв'язування винахідницьких задач - АРВЗ та система стандартів (правил). АРВЗ - евристична програма розв'язування винахідницьких задач як комплекс послідовно цілеспрямованих дій з виявлення та усунення протиріч ТС - технічних (ТП) та фізичних (ФП).

Для розв'язування задач за АРВЗ ТРВЗ має: прийоми для подолання психологічної інерції (ПІ) і виявлення технічних і фізичних протиріч; власний метод аналізу; інформаційний фонд (покажчики застосування фізичних, хімічних і геометричних ефектів; банк типових прийомів усунення ТП і ФП).

2.7.1. Закони розвитку технічних систем

В ТРВЗ крім законів розвитку технічних систем (ЗРТС), також використовуються деякі біологічні та інші закони, які виявлено при аналізі історичних тенденцій розвитку техніки. Закони перевірено, уточнено, деталізовано шляхом аналізу інформації, яку накопичено в світовому патентному фонді з ефективних рішень (біля 40000 винаходів).

Виявлені закони об’єднуються в три групи під умовними назвами “Статика”, “Кінематика” і “Динаміка”, крім того виділено групу механізмів дії цих законів.

Закони статики визначають необхідні умови виникнення, існування і життєдіяльності технічної системи. Сюди входять: закон повноти частин системи; закон енергетичної провідності системи; закон узгодження частин системи.

Закони кінематики характеризують напрямок розвитку технічної системи. Сюди входять: закон підвищення ступеня ідеальності; закон нерівномірності розвитку частин системи; закон переходу в надсистему;

Закони динаміки відображають тенденції розвитку сучасних технічних систем в напрямку переходу робочого органу з макрорівня на мікрорівень, збільшення ступеня репольності.

Алгоритм розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ) є інструментом ТРВЗ. Це комплексна програма алгоритмізованого типу, в структурі і правилах якої відображено закономірності розвитку техніки - наочний приклад використання матеріалістичної діалектики і системного підходу до процесу технічної творчості.

Програма розглядає процес розв'язання винахідницької задачі як послідовність операцій з аналізу невизначеної, а найчастіше, і взагалі невірно сформульованої, винахідницької задачі і перетворенню її в чітку схему (модель) конфлікту, який неможливо було розв'язати раніше відомими засобами.



Рис. 2.4. Загальна схема законів розвитку технічних систем

2.7.2. Алгоритм розв’язування винахідницьких задач

Подальший аналіз конфлікту приводить до виявлення технічного протиріччя, а потім і його причини - фізичного протиріччя. Паралельно проводиться і аналіз речовинно-польових ресурсів. Використовуючи ці ресурси, розв’язують фізичне протиріччя і усувають конфлікт, внаслідок якого виникла задача. Програма передбачає розвиток знайденої ідеї та отримання від неї максимальної користі.

АРВЗ передбачає операції з управління психологічними факторами. Ці операції дають змогу гасити психологічну інерцію і стимулювати роботу уяви.

Послідовність, направленість і активізація мислення досягається орієнтацією на ідеально-кінцевий результат (ІКР), тобто ідеальний спосіб, ідеальний пристрій. Необхідно шукати можливість підвищення ідеальності об’єкта, який вдосконалюється.

Суть АРВЗ полягає в тому, щоб шляхом порівняння ІКР з реальним

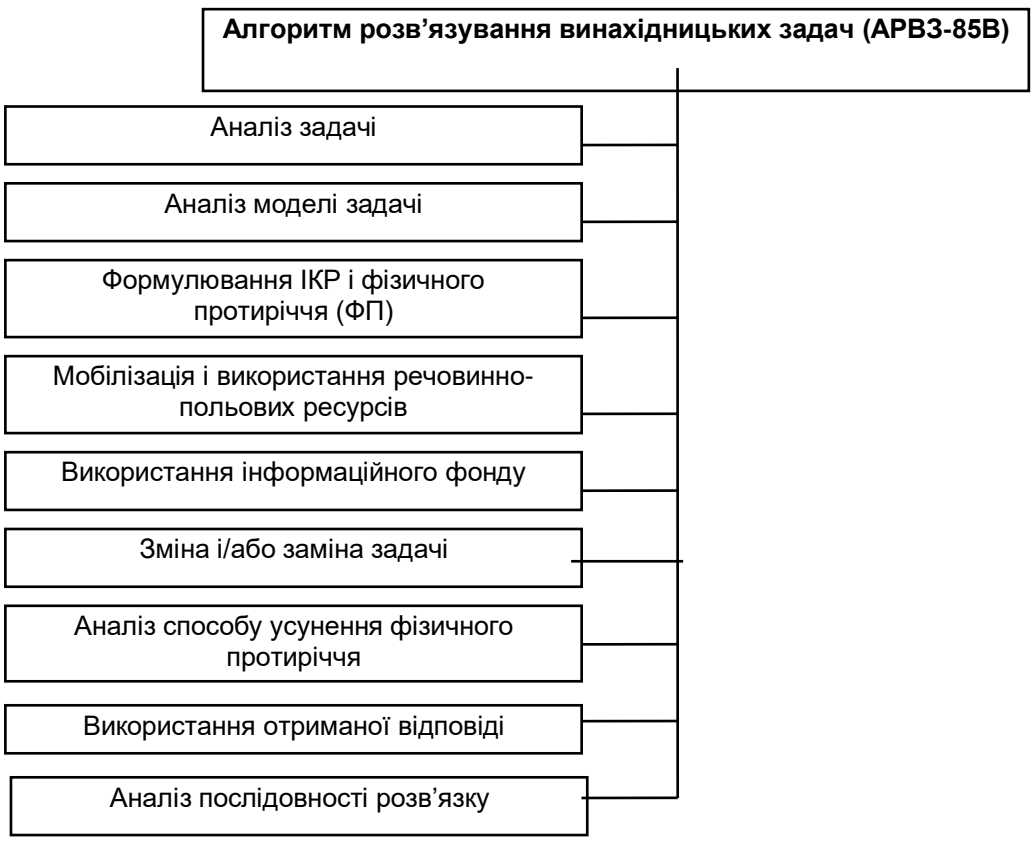


Рис 2.5. Складові частини алгоритму розв’язання винахідницьких задач

технічним об’єктом спочатку виявити технічне, а потім фізичне протиріччя, виявити причину їх виникнення, а в подальшому усунути (розв’язати).

АРВЗ максимально стимулює використання сильних якостей винахідника. Як і всякий інструмент, АРВЗ дає результати, які залежать від уміння користуватися ним.

АРВЗ оснащено великим, але компактним інформаційним фондом, який дає можливість підвищити швидкість і ймовірність успішного розв’язання задачі.

АРВЗ постійно розвивається і вдосконалюється, що робить його точнішим і зручнішим для використання. Відомі наступні модифікації: АРВЗ-59, АРВЗ-61, АРВЗ-64, АРВЗ-65, АРВЗ-68, АРВЗ-71, АРВЗ-77, АРВЗ-82, АРВЗ – 85.

За останні роки значно поглибилось розуміння законів розвитку технічних систем, стала яснішою їх загальна лінія розвитку. Нові знання стали основою сучасної модифікації алгоритму АРВЗ-85В (Додаток В).

2.7.3. Вдосконалення алгоритму розв’язування винахідницьких задач

АРВЗ - інструмент для мислення, а не замість мислення. Тому слід обдумувати кожен крок - він неодмінно має дати нові знання про задачу. Обов’язково записувати всі супутні думки. Постійна робота над вдосконаленням АРВЗ призвела до найбільш оптимального на даному етапі алгоритму. Наша лабораторія ТРВЗ пропонує дослідний АРВЗ, який дає непогані практичні результати.

Частина 1. Аналіз задачі

Основна мета 1-ї частини - перехід від розпливчастої винахідницької ситуації до чітко побудованої і гранично простої схеми (моделі) задачі.

1.1. Записати умову задачі (без спеціальних термінів!) за формою: Для... (зазначити ціль існування системи, результат) системи... (зазначити

Фг - головну функцію, конкретну дію, вироблену системою для досягнення зазначеної цілі, результату) шляхом (перерахувати частини системи, що безпосередньо виконують цю дію).

НЕ -1 - небажаний ефект, що супроводжує виконання Фг (зазначити);

ЗУ - засіб усунення - елемент або зміна в системі (зазначити), що усуває НЕ-1;

НЕ-2 - новий небажаний ефект, що виникає від ЗУ (зазначити).

Технічне протиріччя 1 (ТП-1):

Якщо ввести ЗУ, то зникає НЕ-1, але виникає НЕ-2.

Технічне протиріччя 2 (ТП-2):

Якщо не вводити ЗУ, то НЕ-2 не виникає, але залишається НЕ-1.

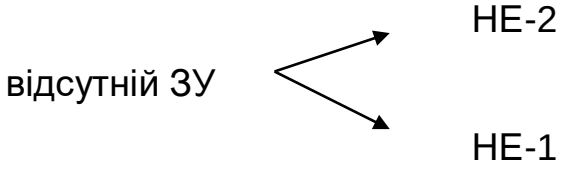
Притому:

а) У формулюваннях тут і далі абревіатури повинні розшифровуватися.

б) Подальше розв’язання задачі буде прив'язане до ТП-2. Слід перевіряти, чи забезпечує воно найкраще здійснення Фг.

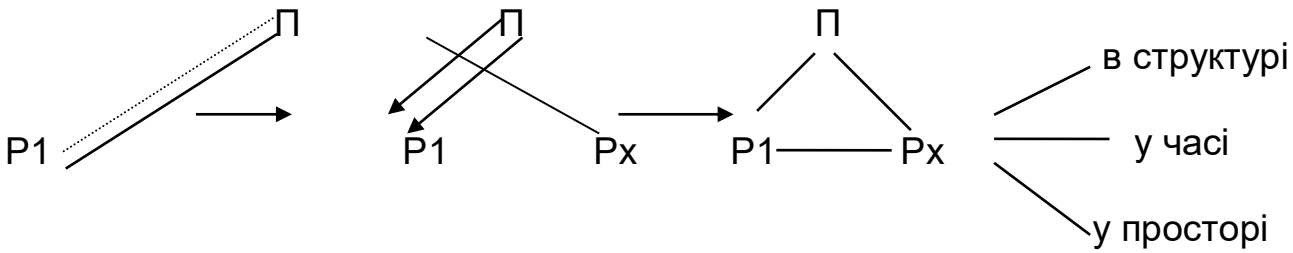
1.2. Записати формулювання моделі задачі:

Дано відсутній ЗУ і НЕ-1. Необхідно знайти такий Х-элемент, що, зберігаючи спроможність відсутнього ЗУ не створювати НЕ-2, усував би НЕ-1. Графічна схема конфлікту:



1.3. Записати репольну схему конфлікту. Перевірити можливість застосування Системи Стандартів. Якщо задача вирішена, перейти до сьомої частини АРВЗ, хоча й у цьому випадку рекомендується продовжити аналіз із 2-ї частини.

Примітка 3. Протореполь звичайно утворюється двома елементами ТС, що породжують НЕ-1 своєю взаємодією, і вирішується, як правило, за схемою:



У якості Рх насамперед розглянути елементи структури Р1.

Частина 2. Аналіз моделі задачі

(Основна мета 2-ї частини АРВЗ - уточнення фізичного змісту моделі задачі, виявлення наявних ресурсів простору, часу і структури.)

2.1. Визначити оперативну зону (ОЗ) - простір, у межах якого виникає конфлікт; при можливості зазначити зону, де виконується Фг (ОЗг).

2.2. Визначити оперативний час (ОЧ), виділивши час конфлікту (ОЧк), час до нього (ОЧд) і час після нього (ОЧп); при можливості зазначити час виконання головної функції (ОЧг).

2.3. Перевірити, чи вирішується задача поділом процесу в часі й у просторі; якщо вирішується, перейти до 7-ї частини

2.4. Визначити в ОЗ головний фізичний (енергетичний, інформаційний) процес (ГП) - процес переміщення речовини, енергії або інформації в межах ОЗ (процес виникнення НЕ-1).

2.5. Визначити носії ГП - частини системи, що безпосередньо реалізують ГП в ОЗ .

2.6. Визначити оперативну якість (ОЯ) - якість, що дозволяє носіям ГП реалізовувати його в ОЗ.

Примітка 4. Говорячи загалом, ОЯ - це спроможність існуючої системи породжувати НЕ-1, що усувається (що компенсується) відповідною анти - якістю (анти-Я), що вводиться у систему ЗУ. Далі, коли від ідеалізованого ЗУ (відсутнього!) у системі залишилася тільки його

функція (спроможність усувати ОК), ці дві взаємовиключні спроможності утворять фізичне протиріччя.

2.7. Визначити матеріально-польові ресурси (МПР) системи, яка аналізується, зовнішнього середовища і над-системи, а також сторонні ресурси.

Частина 3. Визначення ІКР і ФП

(У результаті застосування 3-ї частини АРВЗ повинний сформуватися образ ідеального кінцевого результату - ІКР. Визначається також і фізичне протиріччя (ФП), що заважає досягненню ІКР, якого не завжди можна досягти, але який вказує напрямок на найбільш сильну відповідь.)

3.1. ІКР-1: Х-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, усуває НЕ-1 протягом ОЧк у межах ОЗк, зберігаючи спроможність відсутнього ЗУ усувати НЕ-2.

3.2. Посилений ІКР-1: носій ГП, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, усуває НЕ-1 протягом ОЧк у межах ОЗк, зберігаючи спроможність відсутнього ЗУ не створювати (усувати) НЕ-2.

3.3. Макро-ФП: носій ГП протягом ОЧк повинний (зазначити ОК; наприклад, бути “гарячим”), щоб виконувати (зазначити дію відсутнього ЗУ, що усуває НЕ-2), і повинен бути (зазначити якість, протилежну ОК - анти-Я; наприклад, бути “холодним”), щоб виконувати (зазначити протилежну дію - анти-дію - відсутнього ЗУ, що усуває НЕ-1)

Примітка 5. Якщо важко сформулювати анти-якість або анти-дію, то можна прийняти не-якість і не-дію. Хоча це, скоріше усього, наслідок поганого виконання кроку 2.3 і фізичного протиріччя в системі просто не існує.

3.4. Мікро-ФП: у носії ГП повинні бути частки (зазначити їхній фізичний стан або дію), щоб забезпечити ОК, і повинні бути частки (зазначити частки з протилежним станом або дією), щоб забезпечити анти-Я (або не-Я).

Примітка 6. Якщо мікро-ФП не формулюється, то рішення треба шукати на більш високому системному рівні.

Фізична модель задачі (ФМЗ): необхідно створити структуру носія ГП, що забезпечує (зазначити його протилежні макро- або мікро-стани).

3.6. ІКР-2: частини (-ки) носія ГП протягом ОЧк самі порізно забезпечують ОК, а разом (у системі) - анти-Я (або не-Я).

Примітка 7. Якщо розв'язання задачі на мікро-рівні не можна здійснити через невідповідність його сучасному науково-технічному рівню, перевірити ІКР у такому формулюванні:

Макросистема з одиничних носіїв ГП протягом ОЧк сама забезпечує анти-Я (або не-Я) при зберіганні спроможності одиничних носіїв забезпечувати ОК.

3.7. Перевірити можливість застосування Системи Стандартів до розв'язання фізичної задачі, сформульованої у виді ІКР-2. Якщо задача не вирішена, перейти до 4-ї частини. Якщо вирішена, можна перейти до 7-ї частини, хоча й у цьому випадку рекомендується продовжити аналіз по 4-й частині АРВЗ - 85.

Приклад: Задача про розгін кульки (розв'язок задачі за АРВЗ-дослідним)

У лабораторії досліджують ушкодження, що можуть виникнути при сутичці космічного корабля з метеоритом. Для цього використовують вибухову установку, із сопла якої вириває ться швидкий газовий потік. У потік кидають сталеву кульку діаметром до 5 мм, що імітує метеорит. Кулька, що розігналася, б'є у мішень (фрагмент корпусу корабля). Утворюється ушкодження, що і досліджується. Поки іспити йшли при швидкості кульки 8 км/с, все було благополучно. Потім необхідно було збільшити швидкість до 16 км/с. Вибухова установка забезпечує швидкість струменю до 50 км/с, але вже при 16-ти кулька руйнується при вході в потік і не потрапляє в мішень. Як бути?

Частина 1. Аналіз задачі.

1.1. Для розгону кульки

Система розганяє його до 50 км/с.

За допомогою кумулятивного струменю

НЕ-1 - кулька руйнується при вході в потік уже при швидкості в 16 км/с.

ЗУ - зниження швидкості потоку.

НЕ-2 - зниження швидкості кульки.

Технічні протиріччя:

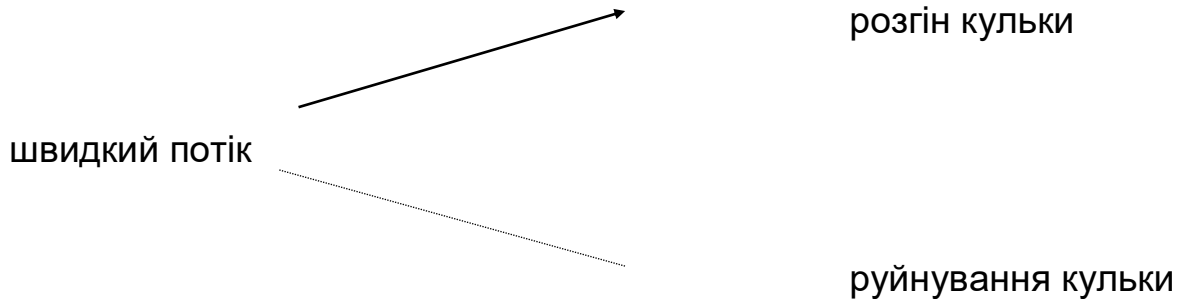
ТП-1: якщо знижувати швидкість потоку, то кулька не руйнується при вході в нього, але і не розганяється до потрібної швидкості.

ТП-2: якщо не знижувати швидкість потоку, то кулька в принципі може розігнатися до потрібної швидкості, але ще раніше вона зруйнується при входженні в потік.

1.2. Модель задачі (на основі ТП-2).

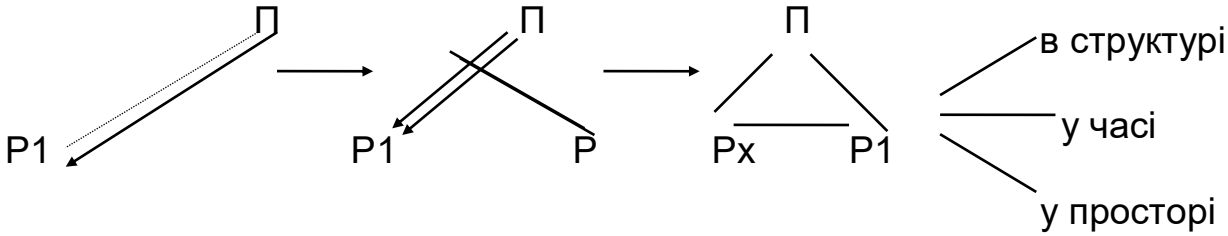
Конфліктуючою парою є: дуже швидкий потік і кулька , що руйнується. Необхідно знайти такий Х-елемент, що, зберігаючи спроможність дуже швидкого потоку розганяти кульку до потрібної швидкості, усував би руйнацію кульки при входженні в потік.

Графічна схема конфлікту:



1.3 Репольна схема конфлікту:

Руйнація кульки під час входження у швидкий потік (НЕ-1) відбувається завдяки суміжним діям - позитивної дії потоку (П), що розганяє кульку (Р1) до потрібної швидкості і шкідливої дії потоку, що руйнує кульку.



Рх із структури. Частина Р1 повинна утворювати Рх, що захищає кульку від руйнуючої дії потоку. Тобто, кулька із суцільного моноліту повинна перетворитися в структуру, утворену власне кулькою і захисним прошарком. Механізм дії захисного прошарку поки неясний, хоча з умов задачі очевидно, що він не може бути якимось надміцним матеріалом. Це вже інформація.

Рх із часу. Треба якось сполучити два різночасних стани кульки. Є інформація про два стани: до входження в потік (ціла кулька) і після входження (руйнування кульки). Отже, якщо Рх прийняти як продукт руйнації кульки, то ці самі продукти повинні, руйнуючись, рятувати кульку від руйнації (підсилимо: навіть зміцнити її).

Рх із простору. У даному випадку це збігається з Рх із структури.

Частина 2. Аналіз моделі задачі

ОЗ - шари потоку і кульки, що прилягають до поверхні кульки , що руйнується. ОЗ збігається з ОЗг.

ОЧ - час розгону кульки. Воно включає:

ОЧк - час руйнації кульки потоком;

ОЧд - час входження кульки в потік;

ОЧп - час улучення кульки в мішень;

ОЧг=ОВ.

Поділ у часі: ОЧк потрібно вивести за межі ОЧ. Отже, кульку потрібно розігнати до входження в потік. Це неприйнятно, оскільки збільшує час перебування кульки у потоці (попередній розгін потребує такого ж, тільки трохи більш повільного потоку), а це заборонено умовами задачі.

Поділ у просторі: у принципі це означає поділ кульки на частину, що розганяється і що руйнується, про це вже говорилося - крок 1.3.

ГП - процес руйнації кульки потоком.

Носій ГП - кулька і потік.

ОК - спроможність потоку сильно діяти на кульку.

Примітка: повільний потік усуває сильна дія потоку.

РПР системи: кульки - інертність;

потоку - швидкість, температура, маса.

Частина 3. Визначення ІКР і ФП

ІКР-1: Х-елемент, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, усуває руйнацію кульки дуже швидким потоком, зберігаючи його здатність дуже швидко розганяти кульку.

Посилений ІКР-1: потік і кулька, абсолютно не ускладнюючи систему і не викликаючи шкідливих явищ, усувають руйнацію кульки дуже швидким потоком, зберігаючи спроможність дуже швидкого потоку розганяти кульку.

Макро-ФП: кулька і потік в ОЗ повинні сильно взаємодіяти, щоб забезпечити розгін кульки, і повинні взаємодіяти дуже слабко (або зовсім не взаємодіяти) щоб кулька не руйнувалася.

Мікро-ФП: частки кульки і потоку в ОЗ повинні стикатися, щоб здійснювалася взаємодія кульки і потоку, і не повинні стикатися, щоб цієї руйнації не було.

Фізична модель задачі: Необхідно створити структуру з часток кульки і потоку, що забезпечує їхнє зіткнення, щоб був розгін, і відсутність зіткнення, щоб не було руйнації.

ІКР-2: частки кульки і потоку самі порізно забезпечують сильну дію потоку на кульку, а разом (у системі) - відсутність його.

ІКР-2 макро: макросистема з одиничних потоків і кульки (за умовою задачі кулька може бути лише одна, а для потоку заборони немає) сама

забезпечує відсутність руйнуючої дії потоку на кульку при зберіганні спроможності одиничного потоку розганяти кульку.

Примітка: Формулювання ІКР-2 вказує на те, що спільна робота часток кульки і потоку спроможна захистити кульку від руйнації, а роздільна - розігнати кульку до потрібної швидкості. З цього можна зробити висновок про те, що потік повинний складатися з двох частин: тої, що розганяє кульку і тої, що рятує її від руйнації.

Формулювання “ІКР-2 макро” вказує на те, що система з багатьох потоків, що діють на кульку, спроможна захистити кульку від руйнації одиничним потоком , що розганяє. З цього можна зробити висновок про те, що на кульку одночасно з потоком, що розганяє, повинна діяти система потоків, що захищають. Сама форма кульки вказує на те, що спрямовані ці потоки повинні бути концентрично (або навпаки).

Далі - “конструкторська” робота зі створення на кульці концентрично (або ексцентрично) спрямованих потоків, що діють одночасно (тобто, що одночасно виникають) із потоком , що розганяє.

2.7.4. Перспективні напрямки розвитку теорії розв’язування винахідницьких задач

АРВЗ-85В було поєднано з можливостями персонального комп’ютера і з’явилась “Винахідницька Машина” - програмний продукт, який дає нові можливості для винахідників, менеджерів, бізнесменів. “Винахідницька Машина” складається з декількох програмних продуктів:

“ВМ-Учитель” - це підручник з розв’язання винахідницьких задач, який вчить формулювати винахідницькі задачі та використовувати 28 найбільш сильних винахідницьких прийомів;

“ВМ- Інжінірінг” - допомагає організувати роботу з вдосконалення будь-якої технічної системи, виробу або технологічного процесу, це не тільки розв’язання окремих задач, але й серйозний аналіз технічної системи,

прогноз її розвитку; ”ВМ-Машина” - призначена для розв’язання комплексу проблем на основі системного використання механізмів ТРВЗ;

“ВМ-ФВА”(функціонально-вартісний аналіз) - призначена для постановки задач з покращення якості та властивостей техніки і зниженню витрат на їх забезпечення;

“ВМ-Заявка” - призначена для підготовки заявки на отримання патента.

На даний час роботи з вдосконалення та розробки нових версій Винахідницької Машини проводяться в США та Росії.

На теперішній час існує не тільки «залізна ТРВЗ», яка орієнтована на розв’язування технічних задач. Методологія ТРВЗ була використана для аналізу діяльності страхових компаній, банків, бірж. За допомогою ТРВЗ розроблено прийоми реклами, які дають змогу створювати рекламний продукт з урахуванням позитивних і негативних стереотипів населення, яке проживає на терені СНД.

Але головне - це зародження напрямку в педагогіці, основою якого є методологія ТРВЗ, педагогічна методика для формування культури мислення і розвитку уяви. Зі створенням дослідниками ТРВЗ В.Корольовим(м.Біла Церква) і М.Мєєровичем(м. Одеса) алгоритму розв’язання проблемних ситуацій (АРПС) – однієї з модифікацій АРВЗ -, з’явилась реальна можливість адаптації методології ТРВЗ в педагогіку.

Саме для апробації цього напрямку на базі Рівненського обласного центру науково-технічної творчості учнівської молоді Міністерством освіти України 9 вересня 1996 року була створена Українська лабораторія педагогіки теорії розв’язування винахідницьких завдань (УЛП ТРВЗ).

Суть ТРВЗ полягає в наступному:

Формулюють вихідну задачу (ВЗ) в загальному вигляді. Опрацьовують і уточнюють її, враховуючи дію вектора психологічної інерції (ВПІ) та технічні розв'язки в даній та інших галузях. Викладають

умови задачі, котрі складаються з перерахування елементів ТС і небажаного ефекту (НЕ), який дає один з елементів ТС. Потім формулюють ідеальний кінцевий результат (ІКР), виявляють протиріччя реальної ТС і усувають його за допомогою типових прийомів усунення протиріч. Знаходження ідеї в будь-якій винахідницькій задачі згідно з АРВЗ повинно починатись побудовою моделі задачі (рис. 2.5.).

Модель задачі - максимально спрощена і звільнена від спеціальної термінології ТС, складається лише з тих елементів, конфлікт між якими створює ТП. Іншими словами, модель - схема "хворого місця" системи. Для побудови моделі задачі використовують терміни репольного аналізу: "речовина", "поле", "дія" (з конкретизацією - яка).

Приклад. При виготовленні попередньонапруженого залізобетону дротяну арматуру розтягують електротермічним способом. Але при нагріванні до розрахункової температури (700°С) арматура втрачає свої механічні властивості. Як усунути даний недолік?

Модель задачі. Дані: металева арматура (дріт) і теплове поле. Якщо нагріти дріт до 700°С, він отримає необхідне видовження, але втратить міцність. В моделі задачі усувається спеціальна термінологія ("електротермічний спосіб", "арматура"), усунуто зайві елементи системи (залізобетон), залишено лише ті елементи, які необхідні і достатні для формування ТП.

При переході від задачі до її моделі різко звужується свобода вибору (тобто перебору пустих спроб) і посилюється несподіваність в постановці задачі, що в результаті приводить в парадоксальну галузь сильних розв'язків.

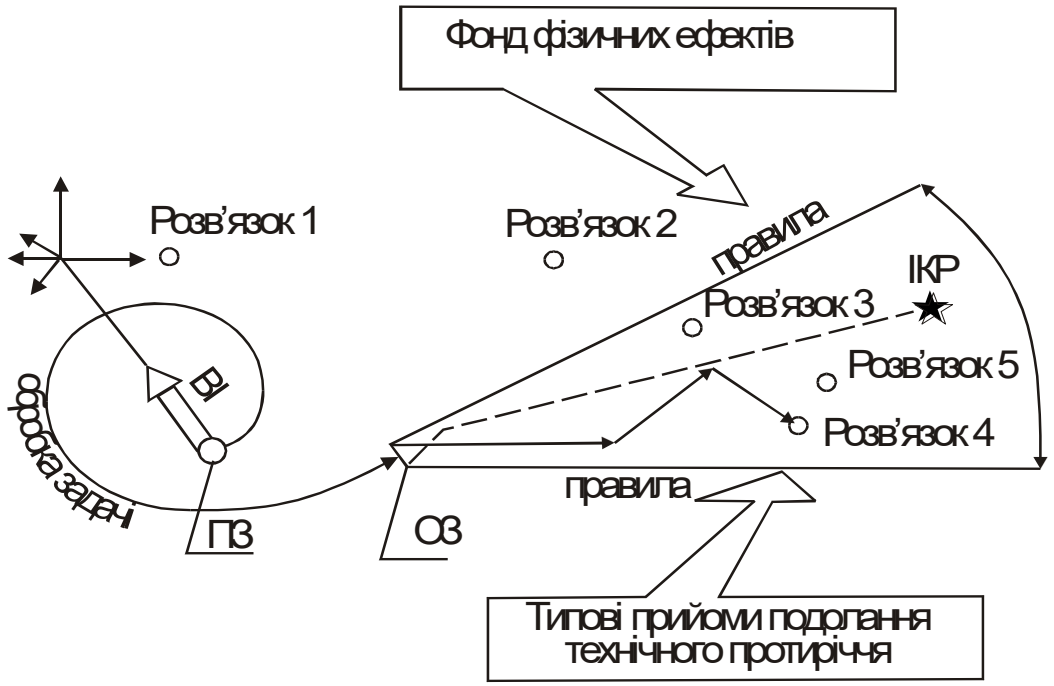
Правила побудови моделі:

1. В конфліктуючу пару елементів обов'язково повинен входити виріб (ТО-1).

2. Другим елементом пари повинен бути елемент, з котрим безпосередньо взаємодіє виріб (ТО-2) - інструмент або інший виріб.

3. Якщо один з елементів (інструментів) за умовою задачі може перебувати у двох станах, необхідно вибрати той стан, котрий забезпечує найкраще здійснення головного процесу (основної функції ТС).

4. Якщо в задачі є пари однорідних елементів, котрі взаємодіють (А1, А2,А3...., Б1, Б2, Б3....), досить взяти одну пару елементів (наприклад А1, Б3).



Стратегічна схема розв'язування винахідницької задачі за АРВЗ
(ПЗ — початкова задача; ВІ — вектор психологічної інерції;
ОЗ — оброблена задача; ІКР — ідеально-кінцевий результат)

Рис. 2.5.

2.8. Організація процесу постановки та розв'язування винахідницьких задач

Винахідницька задача виникає внаслідок виникнення необхідності покращання тої чи іншої конкретної технічної системи. Системна природа

техніки ускладнює розв’язування винахідницької задачі у випадках, коли об’єкт, який потрібно змінити, вибраний конкретно, але деяка невизначеність залишається. Всяка зміна вибраного об’єкта відображається (частіше - негативно) на інших об’єктах, на підсистемі, в яку входить об’єкт, і на підсистемах, з яких він складається. Виникають технічні протиріччя: виграші в одному супроводжуються програшами в іншому. Тому для розв’язування винахідницької задачі недостатньо покращити ту чи іншу характеристику об’єкта. Необхідно, щоб це покращання не супроводжувалося погіршенням інших характеристик. Тобто створюється конфліктна ситуація.

Усунення технічного протиріччя - необхідна і достатня умова для розв’язування конфліктної ситуації, через яку виникає винахідницька задача. Отже, створення нового винаходу (розв’язання винахідницької задачі) зводиться до подолання технічного протиріччя.

У винахідницькій практиці розрізняють три види протиріч: адміністративне (АП), технічне (ТП) і фізичне (ФП) [5,6,7,35,108].

Адміністративне протиріччя виникає в результаті невідповідності існуючих технічних систем різноманітним вимогам, зумовленим неясністю технічної ситуації, тобто необхідно щось отримати, а яким шляхом - невідомо. Наприклад, необхідно підвищити продуктивність верстата, але що для цього необхідно зробити, невідомо: збільшити потужність приводу, вдосконалити кінематику чи вдосконалювати ріжучий інструмент. Адміністративне протиріччя усувається уточненням ситуації і переводом її в задачу шляхом аналізу системи, підсистеми, надсистеми. Це дає можливість побачити початок виникнення небажаного ефекту (НЕ). Причому аналіз проводиться стосовно конкретної ситуації з врахуванням всіх потреб: економічних, організаційних, господарських тощо. Розв’язання адміністративного протиріччя завершується вибором максі-задачі. При цьому суттєвим є те, що формування задачі повинно

здійснюватися без застосування вузькоспеціалізованих термінів, з використанням простих і зрозумілих слів. Слова при цьому повинні відображати функцію об'єкта (що він робить?), а не його конструктивні особливості. Наприклад, не вентилятор, а повітродувка, не гідродемпфер, а глушник коливань тощо. Спроба знайти розв'язок зразу ж після вибору та формулювання задачі частіше всього призводить до нового протиріччя - технічного.

Технічні протиріччя виникають між частинами та параметрами технічної системи при спробі їх зміни і супроводжуються різким погіршенням деякого вузла або параметру системи при покращанні іншого. Наприклад, потрібно прискорити (покращити) тепломасообмінні процеси в цементній печі. Для цього в ній додатково підвішується ряд ланцюгів, але при цьому різко збільшується опір гарячому газу - основному теплоносію. Як наслідок - продуктивність печі падає.

Розв'язання технічних протиріч можливе шляхом застосування типових прийомів [35,36]. Однак при розв'язуванні складних задач такий шлях не завжди ефективний, тому необхідно виявити фізичну суть технічного протиріччя.

Аналіз причини технічного протиріччя призводить до виявлення конфліктної ситуації в одній з частин технічної системи. В цій частині визначають оперативну зону (ОЗ), до фізичного стану якої висуваються взаємопротилежні вимоги - фізичне протиріччя (ФП). Наприклад, бути одночасно гарячим і холодним, прозорим і непрозорим тощо.

Виявлення фізичного протиріччя дозволяє бачити суть фізичних явищ, що відбуваються з діалектичної точки зору, і з цих позицій застосовувати наявні знання законів природи. Різноманіття фізичних протиріч усувається обмеженим числом принципів (див.табл.2.1.), причому кожен принцип передбачає необхідність застосування конкретних фізико-хімічних ефектів і явищ (див.табл.2.2.). Наприклад, виявлено фізичне

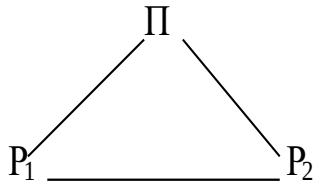
протиріччя, при якому один і той же елемент (деталь) машини повинен бути магнітним і немагнітним. Для усунення даного протиріччя застосовуємо принципи: розділити вимоги в часі, тобто в певний проміжок часу деталь повинна мати феромагнітні властивості, в інший - деталь не повинна їх мати. Доцільно застосувати фізичний ефект - перехід через точку Кюрі, тобто втрата феромагнітних властивостей деталі при нагріванні. РОЗВ'ЯЗОК: деталь або її елемент в потрібний момент нагрівається (будь-яким відомим способом) - втрачає свої магнітні властивості, вистигає - знову їх набуває. Конструкторське впровадження даного розв'язку - захват робота для переноски магнітів, виконаний у вигляді сталевої пластини з електронагрівачем [41,45,60].

Робота над винахідницькою задачею полягає в її поетапному переформулюванні, в перетворенні неясної технічної ситуації в мікрозадачу з максимально загостреним фізичним протиріччям.

2.8.1. Репольний аналіз

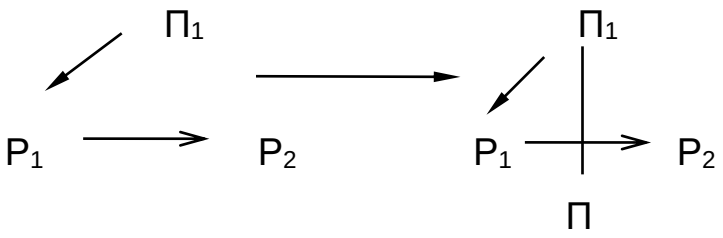
Одним з самих ефективних методів пізнання є моделювання — заміна реального об'єкта його моделлю — ідеалізованою системою, яка в своїх рисах відображає особливості реальної. З моделями працювати набагато простіше, а результати, отримані на моделях, потім можна перенести на початкову систему. У ТРВЗ для пошуку нових технічних рішень використовуються структурні моделі технічних систем, що отримали назву «реполь», а відповідний розділ ТРВЗ, що займається дослідженням і перетворенням реполів — «репольний аналіз».

Реполь (від слів РЕчовина і ПОЛе) — це мінімальна структурна модель працюючої технічної системи, що містить в собі виріб і інструмент (два речовинні об'єкти) і енергію їх взаємодії (ми називаємо її «полем»). Ця модель має своє графічне зображення, яке виглядає таким чином:



Будь-яку технічну систему можна подати у вигляді моделі, що включає один або декілька реполів. Отримана модель звільняється від всього зайвого, несуттєвого, того, що не стосується проблеми, яка виникла. Це дає можливість найбільш чітко виявити недоліки, «хвороби» початкової технічної системи, пов'язані, як правило, з порушенням об'єктивних закономірностей розвитку техніки. Статистичний аналіз патентної інформації показав, що існують деякі закономірності перетворення репольних моделей, що відповідаюь законам розвитку техніки і дозволяють вирішувати значну частину задач, що зустрічаються на практиці. Наприклад, відсутність в технічній системі потрібної корисної дії звичайно пов'язана з тим, що в її моделі бракує одного або двох елементів реполів (таку модель називають неповним «реполем»), і для його отримання треба «добудувати реполь» тобто ввести в систему елементи, яких бракує.

Інший вигляд перетворення реполів пов'язаний з ситуацією, коли в початковій системі є повний реполь, але взаємодія між його елементами шкідлива, непотрібна. Такий реполь називається шкідливим, і його треба «зруйнувати». Є декілька способів руйнування шкідливого реполя, наприклад, введенням в систему третьої речовини, що є модифікацією одної (або обох) з тих, що є, або введенням другого поля, яке протидіє першому — шкідливому:



Ще одне перетворення зустрічається тоді, коли необхідна дія є, але її треба посилити, підвищити ефективність початкової системи. Це «форсування» реполя, воно полягає в переході до використання більш ефективних полів.

Необхідно зазначити, що в ТРВЗ поняття «поле» відрізняється від аналогічного поняття в фізиці. У винахідництві сьогодні практично не використовуються такі фізичні поля, як поля сильних і слабких ядерних взаємодій, зате широко застосовуються «технічні» поля: механічної взаємодії, акустичне, теплове, хімічне...

Репольне перетворення підказує винахіднику, що необхідно ввести в систему для розв'язання задачі речовину, поле, або і те, і інше, але не конкретизує, яке саме. Для отримання технічної відповіді треба «підібрати» відповідні речовини і поля. ТРВЗ рекомендує починати такий перебір з полів, оскільки їх істотно менше, ніж речовин. Щоб при цьому не забути, не пропустити яке-небудь поле, винахідник може скористатися «чарівним» словом «МАТХЕМ», яке є абревіатурою з назв найбільш вживаних в техніці полів:

М - механічне поле (взаємодія). Його вияви і можливості надзвичайно різноманітні: прості механічні зусилля і переміщення в різних напрямах, тиск (підвищення або, навпаки, зниження), інерційні, гравітаційні, відцентрові сили, вібрації, удари, аеро- і гідродинамічні ефекти...

А - акустичне поле. Воно продовжує дію механічного: коливання звукові, ультразвук і інфразвук, стоячі хвилі, резонансні коливання...

Т - теплове поле (нагрів або охолоджування).

Х - хімічне поле (взаємодія), що характеризується використанням різних хімічних реакцій.

Е - електричне поле, в тому числі електростатичне, поле електричного струму, постійного або змінного.

М - магнітне поле, що створюється постійними магнітами або електричним струмом (постійним або змінним)

Останнім часом з'являється все більше винахідницьких рішень, пов'язаних з використанням біохімії, біотехнології. Очевидно, треба ввести в розгляд і «біологічне» поле. Або просто, розглядаючи хімічні взаємодії, звертатися і до біології.

Більшість згаданих полів пов'язана зі «своїми» речовинами: хімічне поле з різними каталізаторами, інгибіторами, особливо активними або, навпаки, інертними речовинами; електричне - із зарядженими частками (електронами, іонами); магнітне - з феромагнітними матеріалами...

2.9. Етапи та деякі прийоми розв’язування винахідницьких задач

Винахідницька задача – за Ю.П. Саламатовим, це така технічна задача, яка містить технічне протиріччя (ТП), котре не розв’язується відомими знаннями та технічними засобами, причому умови задачі виключають компромісний розв’язок. Якщо ТП подолано – задачу розв’язано. Результат – винахід [217].

Практично, будь-яка річ корисна для людини. І в той же час та ж річ має певні недоліки. Наприклад, цибуля – добра приправа (+), але має стійкий неприємний запах, при чищенні викликає сльози (-). Кулькова ручка завдяки конструкції зручна в користуванні (+), але корпус, особливо в місцях з’єднання деталей, легко виходить з ладу (-).

Часто позитивна та негативна властивості одного і того ж предмету суперечать одна одній. Такі взаємосуперечливі властивості є одним із джерел винахідницьких задач, а їх розв’язання розвиває технічну систему (ТС).

Перший етап постановки технічної задачі характеризується невизначеністю, яку називають АДМІНІСТРАТИВНИМ ПРОТИРІЧЧЯМ

(АП): потрібно щось отримати, але невідомо, як це зробити. Наприклад, потрібно виміряти глибину річки з літака, але як це зробити – невідомо.

Для подальшого розв’язання задачі в ній потрібно виявити ТЕХНІЧНЕ ПРОТИРІЧЧЯ (ТП), яке означає, що одна властивість ТС суперечить іншій властивості, або поліпшення однієї частини системи приводить до погіршення іншої її частини. Наприклад, збільшення потужності двигуна (+) приводить до збільшення витрат пального (-), підвищення точності приладу (+) приводить до збільшення його складності і собівартості (-). Другою формою виявлення ТП є пред’явлення до одного і того ж об’єкта двох протилежних, взаємовиключних вимог. Тобто, об’єкт повинен бути одночасно, наприклад, великим і малим, товстим і тонким, холодним і гарячим, легким і важким і т.п. Причому об’єкт повинен мати одну властивість, щоб задовольняти певній вимозі, і повинен мати протилежну властивість, щоб задовольняти іншій вимозі. Наприклад, заряд авторучки повинен бути великим, щоб досить довго писати, і повинен бути малим, щоб ручкою було зручно писати. Крейда повинна забруднювати (залишати слід), щоб писати нею, і не повинна залишати слід, щоб не забруднювати (руки, одяг).

У граблях відстань між зубами повинна бути малою, щоб краще загрібати, і повинна бути великою, щоб легше загрібати.

Сонцезахисні окуляри повинні бути темними, щоб захищати очі від яскравого світла, і повинні бути прозорими, щоб можна було розрізняти кольори, невеликі предмети.

Розв’язання ТП є причиною розвитку технічних систем. Розглянемо роль технічних протиріч в історії велосипеда. Предком велосипеда був самокат Дреза, який складався з двох дерев'яних коліс і рами. Колеса вперше були поставлені одне за одним. Їздець відштовхується від землі ногами; щоб повернути, потрібно було зупинитись. Виникло ТП між потребою швидко рухатись та необхідністю повертати: щоб повернути,

потрібно було зупинити велосипед, і в той же час він повинен рухатись. Технічний розв'язок було виконано за аналогією з возом, колеса якого мають вертикальну вісь повороту. ТП розв'язано: у велосипеда з'явилось кермо.

Після цього з'явилось нове ТП: швидкість залежала від сили відштовхування, а сильне відштовхування приводило до швидкого зносу підошов взуття. Спочатку було прийняте компромісне рішення – взували залізні черевики (конструкторський розв'язок), але згодом з'явились педалі.

Швидкість руху зросла, але виникло нове ТП: підвищення швидкості стало небезпечним через відсутність гальм.

Після появи гальм швидкість збільшили шляхом збільшення діаметру першого ведучого колеса.

Це привело до нового ТП: збільшення швидкості привело до зменшення стійкості машини.

Розв'язання даного ТП привело до появи ланцюгової передачі.

Нове ТП: на велосипеді можна швидко рухатись, але він сам руйнується від вібрації. Розв'язання даного ТП привело до зміцнення конструкції велосипеда і до появи пневматичних шин.

І знову ТП: велосипед може рухатись швидко, але велосипедист не може постійно швидко крутити педалі. Розв'язання протиріччя привело до винайдення механізму вільного ходу.

Так було отримано знайомий нам вигляд велосипеда, але його вдосконалення ще не завершено.

Поняття технічного протиріччя є основним в алгоритмі розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ), розробленому Г.С. Альтшуллєром [5,6].

Розроблено типові прийоми усунення технічних протиріч, причому при розв'язуванні задач за АРВЗ категорично забороняється згладжувати суперечливі вимоги або шукати розв'язки, які частково задовольняють

обом вимогам. Пошук компромісів приводить до банальних інженерних розв'язків. Максимальне ж загострення протиріч і їх розв'язання за допомогою типових прийомів призводить до принципово нових, винахідницьких розв'язків, які усувають саму причину виникнення даного технічного протиріччя.

Розглянемо приклади, в яких технічні протиріччя розв'язуються за допомогою найпростіших типових прийомів: рознесенням суперечливих вимог (протиріч) у просторі або в часі.

Приклад 1. Автомобіль із встановленим у кузові контейнером їде дорогою, що проходить під залізничним мостом. Водій помічає, що висота контейнера на 2-3 см більша, ніж висота арки моста, і зупиняється. Об'їжджати дуже далеко . Що робити?

Адміністративне протиріччя (АП): необхідно провезти контейнер під мостом, але невідомо як.

Технічне протиріччя (ТП): автомобіль з контейнером повинен бути високим, так як контейнер з автомобіля не можна зняти, і повинен бути низьким, щоб проїхати під мостом. (Так як висоту контейнера змінити не можна, а з автомобіля по висоті можна змінити лише колеса, ТП потрібно сформулювати відносно даного змінюваного елемента системи: колеса автомобіля повинні бути високими (надутими), щоб автомобіль міг їхати, і повинні бути низькими (спущеними), щоб автомобіль мав меншу висоту.

Технічний розв'язок (ТП): Розділимо дані протиріччя в часі: під час руху автомобіля до мосту колеса високі (надуті), під час проїзду під мостом – низькі (спущені).

Розв'язання однієї і тієї ж задачі за допомогою різних типових прийомів може дати різні технічні розв'язки.

Приклад 2. Розглянемо ще одну систему - сонцезахисні окуляри.

Технічне протиріччя: окуляри повинні бути темними, щоб захищати зір від інтенсивного освітлення, і окуляри повинні бути прозорими, щоб можна було розрізняти кольори та дрібні віддалені предмети.

Розділимо протиріччя в просторі: у верхній частині окуляри темніші, бо зверху інтенсивніше освітлення, в нижній частині окуляри прозоріші. Така конструкція окулярів відома.

Розділимо протиріччя в часі. Коли освітлення сильне – окуляри темні, коли освітлення не інтенсивне – прозорі. Отримали фотохромні окуляри, які змінюють прозорість в залежності від освітленості.

Безпосереднє застосування прийомів усунення технічних протиріч можна використовувати лише в найпростіших задачах, в найбільш очевидних випадках. Більш складні задачі потрібно розв'язувати за алгоритмом розв'язування винахідницьких задач (АРВЗ) в сучасному вигляді (наприклад, АРВЗ-85В – вдосконалена модель 1985 року – це складна методика, яка містить десятки кроків). Крім того, ведуться спроби подальшого вдосконалення АРВЗ. Тому на початковому етапі оволодіння методикою пошуку нових технічних розв'язків достатньо використовувати спрощений алгоритм, який, незважаючи на простоту, дозволяє розв'язувати досить складні технічні задачі.

Можлива послідовність пошуку нових технічних розв'язків (спрощений АРВЗ):

1. Сформулювати задачу з виявом адміністративного протиріччя.
2. Вказати склад (структуру) ТС – всі основні елементи, які входять в умову задачі. Якщо є утруднення у визначенні (чи належить даний елемент системі), потрібно чітко визначати головну функцію системи. Якщо головна функція системи може бути виконана без даного елемента, то він не входить до складу ТС.
3. Вказати недоліки ТС (в чому особливість задачі, який з елементів чи яка властивість заважає розв'язанню задачі) – мінімалізація задачі.

4. Виявити змінний елемент (той, який найбільш очевидно і легко змінюється, або вимоги до якого поки що не визначені).
5. Сформулювати ТП відносно змінюваного елемента. Структура запису ТП: Об’єкт повинен мати одну властивість, щоб задовольняти першій вимозі, і повинен мати протилежну властивість, щоб задовольняти другій вимозі.
6. Розв’язати ТП за допомогою одного з типових прийомів усунення протиріч.
7. Для конкретизації розв’язку іноді потрібно сформулювати і розв’язати технічне протиріччя на фізичному рівні – так зване фізичне протиріччя (ФП).

Приклад. Для технічних потреб з річки брали неочищену воду. Намул поступово забивав труби. Для їх промивання потрібно багато чистої води. Було запропоновано раз на тиждень у водопровід вводити уламки цегли, які зчищали намул на трубах. Але уламки самі часто застрягали в намулі, забиваючи труби. Як поліпшити процес очистки труб за допомогою уламків цегли?

Розв’язування за спрощеним АРВЗ:

1. Формування АП: Потрібно, щоб уламки цегли не забивали трубу, але невідомо, як це зробити.
2. Склад ТС: труба, вода, намул, уламки цегли.
3. Недоліки ТС: Уламки цегли утворюють затор.
   Примітка: Недоліки ТС потрібно сформулювати відносно цегли; якщо сформулювати їх відносно труби, то і розв’язки будуть пов’язані з трубою, наприклад, зробити трубу з внутрішнім покриттям і т.п.
4. Змінний елемент: уламки цегли.
5. Формулювання ТП: Цегла повинна бути, щоб здирати намул, і не повинна бути, щоб не створювати затор.

6. Розв’язання ТП: Розділимо протиріччя в часі: під час очищення уламки цегли є, якщо утворюється затор – їх немає (зникають).
7. Формулювання ФП: Частинки цегли мають таку властивість, що вони є в процесі здирання намулу, і вони зникають, коли утворюється затор.
8. Технічний розв’язок: таку властивість мають, наприклад, уламки льоду: вони будуть здирати намул при проходженні з водою, але при утворенні затору будуть розчинятись водою (А.С. № 1011285, авт. О. Гончаров).

З точки зору теорії розв’язування винахідницьких задач - ТС розвиваються в напрямку підвищення ступеня ідеальності. Ідеальною є ТС, якої не існує, а її функції виконуються. Прикладом може бути пліт як транспортний засіб: вантаж (дерево) переміщується без транспортного засобу. Принцип ідеальності зберігається також, якщо один з обов’язкових елементів системи виконує функції відсутнього елемента: наприклад, в літаку АН-22 задня нижня частина корпусу літака одночасно є вантажним трапом, по якому в літак в’їжджає техніка (трапа нема, а його функція виконується частиною літака). Іноді до розв’язку задачі приводить формулювання так званого ІКР – ідеального кінцевого результату. В АРВЗ ІКР формулюється так: об’єкт сам усуває шкідливу дію (або властивість), зберігаючи корисну властивість або здатність здійснювати корисну дію.

ІКР формулюється після виявлення ТП перед його усуненням і підказує, в якому напрямку потрібно розв’язувати ТП. ІКР може використовуватись як самостійний прийом. У спрощеному алгоритмі формулювання ІКР відбувається, як правило, на 6 кроці, а усунення ТП – на 7.

Приклад. На одному з харківських підприємств інженери сконструювали установку для обробки рідкого металу ультразвуком. Ультразвукові коливання передавались розплавленій масі через стержень. Один кінець стержня закріплено на вібраторі, інший – введено

в тигель з розплавом металу. Висока температура розплаву і механічні коливання швидко руйнували стержень. Руйнуючись він забруднював розплав. Охолоджувати його не можна – охолоджуватиметься розплав. Як бути?

Розв’язування за спрощеним АРВЗ:

1. АП: Потрібно передавати коливання розплавленій масі без забруднення розплаву, але як?
2. ТС: стержень, розплавлений метал, вібратор.
3. Недоліки ТС: Металевий стержень розчиняється і забруднює розплав .
4. Змінний елемент: стержень.
5. ТП: Стержень повинен руйнуватись, так як існує вібрація і висока температура розплаву, і він не повинен руйнуватись, щоб не забруднювати розплав.
6. ІКР: Стержень сам усуває забруднення, зберігаючи здатність передавати УЗК.
7. ФП: Частинки стержня такі, що руйнуючись, не забруднюють розплаву.
8. ТР: Стержень може руйнуватись і не забруднювати розплав лише тоді, коли він сам буде з того ж металу, що й розплав.

Розв’язування задач за АРВЗ слід обов’язково проводити за кроками. Це дає можливість усувати помилки в ході розв’язування. При розборі задачі за кроками не слід звертати уваги на варіанти розв’язків, які з’являються попутно. Навіть якщо з самого початку виявлено вірний розв’язок, розбір потрібно провести до кінця. При груповому розв’язуванні це дасть можливість усім вийти на правильний розв’язок. Крім того, можна на кожному кроці організувати групове обговорення кроку для його правильного формулювання.

Структура нинішнього шкільного курсу фізики за своєю суттю репродуктивна, що утруднює розвиток творчих здібностей учнів і проблематизує можливість творчого застосування набутих учнями знань.

Усунути даний недолік, зробити процес продуктивним, творчим якраз і допоможе використання винахідницьких задач та сучасних методів їх розв’язування.

Оскільки в рамках діючого шкільного курсу фізики можливість застосування їх обмежена, то доцільно поєднувати використання винахідницьких задач з позаурочною та позакласною формами роботи (гуртки, факультативи, тощо).

2.10. Система завдань для розв’язування винахідницьких задач в курсі фізики загальноосвітньої школи

Неможливість формального підходу в розв'язуванні винахідницьких задач робить процес пізнання значно глибшим і осмисленішим, що також сприяє підвищенню рівня і якості знань учнів.

Особливе значення має те, що розв’язують винахідницьку задачу учні згідно з індивідуально складеним планом. В окремих випадках учні самостійно виготовляють або беруть участь у виготовленні конструкторського зразка пристрою, системи чи їх елементів. Все це позитивно впливає на формування експериментальних та конструкторських вмінь і навичок школярів. Творча діяльність учнів в свою чергу стимулює засвоєння ними знань на більш високому рівні.

Є всі підстави стверджувати, що дидактичні можливості винахідницьких задач значно ширші порівняно з описаними в методичній літературі.

Розробка нових технічних об’єктів і систем та створення на їх базі, в свою чергу, нових винахідницьких задач в значній мірі усуває проблему "тематичної обмеженості" останніх, про що пише С.Мошков.

Винахідницькі задачі повинні застосовуватись в поєднанні з іншими типами задач. Вибір навчальних задач повинен визначатись їх дидактичними можливостями і дидактичними цілями уроку, заняття гуртка

чи факультативу. Кожна конкретна задача повинна бути складовою частиною певної системи задач.

Рекомендовані для вдосконалення технічні об’єкти і системи повинні бути по можливості прості, доступні для розуміння їх структури та функціонального призначення. В ході розв'язування винахідницьких задач, пов’язаних з вказаними технічними системами з’являється можливість не лише їх вдосконалення, але й створення принципово нових аж до конструкторського впровадження ідей. Це сприяє реальному виходу на раціоналізаторську та винахідницьку діяльність.

Конструкторське завершення розв'язку можливе на занятті технічних гуртків та уроках праці в шкільних майстернях.

Кількість винахідницьких задач можна збільшити шляхом доопрацювання звичайних текстових задач. Для цього необхідно виключити з тексту умови будь-які фізичні величини, залишивши "дещо", його функціональне призначення та технічне протиріччя, яке необхідно усунути в процесі розв'язування задачі.

Необхідно залучати учнів до створення і постановки самостійних винахідницьких задач. Це не лише сприяє росту активності розумової діяльності, але й розширенню можливостей знаходження нейтральних розв'язків у різних сферах життя, тобто сприяє формуванню життєвої стратегії творчої особистості.

2.10.1. Механічні явища

Задача 1.1. На початку тридцятих років XX століття в нашій країні почалася розробка найновішої парашутної техніки, яка змогла б забезпечити десантування великих армійських підрозділів. Займалось цією роботою особливе конструкторське бюро під керівництвом комдива Павла Гроховського, досвідченого винахідника, надзвичайно сміливої людини. Він особисто випробував всі свої ідеї, наприклад, безпарашутне

десантування людей в спеціальному візку - “авіобусі”, який скидався з літака, а потім котився по землі.

Для скидання важкої техніки було сконструйовано великі парашути, діаметром сорок метрів. Все було розраховано буцімто вірно, але під час першого скидання купол лопнув. Випадковість? Дослід повторили, і знову вантаж зарився в землю. Що робити? Шити парашути з більш міцного матеріалу? Але такий матеріал важчий, а парашут важить і так 600 кг. І все таки, чому рвались парашути? Вони ж за формою були звичайними і відповідно розраховані з потрібним запасом міцності.

Відповідь: Сформулюємо обернену задачу. Як зробити, щоб парашут лопнув? Протиріччя: вантаж має бути великим, щоб лопнув купол, і не має бути великим, щоб не перевищити розрахункового.

Для розриву купола необхідно, щоб він розкривався повільно, а за цей час вантаж отримав значне прискорення. Так і виходить. Вантаж падає, розганяється, і в момент розкриття парашута отримується ривок набагато більший розрахункового. Задачу на пояснення причин аварії розв’язано.

Але як цього позбутися? Протиріччя: парашут має бути розкритим заздалегідь, щоб не було сильного ривка, і не має бути розкритим заздалегідь, бо він не поміститься в літаку. Парашут має сам витягувати вантаж, коли розкриється. Необхідно тільки, щоб вантаж стояв напоготові. Цей спосіб отримав назву “десантування великоваговиків методом зривання”.

Задача 1.2. Протиріччя, яке несе у собі двигун внутрішнього згоряння, переростає в біду глобального масштабу. Таке положення має бути зміненим. І воно зміниться, коли ми навчимося спалювати паливо в циліндрі без утворення токсичних вихлопів. Але для цього необхідно різко збільшити час його згоряння, але це приведе до втрати потужності... Знову протиріччя. Як бути?

Відповідь: Використовуючи рекомендації ТРВЗ, необхідно рознести суперечливі вимоги в часі і просторі. Це означає, що спалювати паливо, причому повністю і якісно, ми маємо в одному місці, а використовувати отриману енергію в іншому місці. Двигун внутрішнього згоряння має покинути автомобіль, звільнивши місце для акумулюючої установки - електричного, інерційного, газового та іншого типів. Думається, що першим цю роль займе не електричний акумулятор, а інерційний. Він простіший і надійніший. Створені сьогодні супермаховики можуть запасати в собі енергію, достатню для того, щоб автомобіль міг пересуватися на сотні кілометрів. Конструкції супермаховиків вдосконалюються.

Реальною стане картина, коли на заводах замість двигуна будуть встановлювати супермаховик, уже розкручений до повних обертів. Його енергії вистачить на декілька місяців експлуатації. Для розкрутки (дозаправки) маховиків будуть використовуватись спеціальні ТЕС, які, за своєю суттю, будуть виконувати роль того ж автомобільного двигуна, але винесеного за межі міста.

Задача 1.3. Сухий порошковий цемент, який затягується потоком повітря, стрімко несеться всередині металевої труби. Це пневмотранспорт. Він надійний, продуктивний, але має свої недоліки. Часом проходить декілька днів, а труба на повороті уже зносилася. Цемент якісний і, притискуючись на повороті під дією відцентрових сил до труби, стирає її матеріал. У вас проста задача - зробити ділянку повороту вічною, яка не зношується.

Відповідь: Всередині труби на ділянці повороту наварюються поперечні ребра. В утворені “кишені” набивається цемент і створює “броню”, яка постійно відновлюється.

Задача 1.4. Всередині посудини необхідно відшліфувати внутрішні стінки отриманих каналів. Коли канали були достатньо великих діаметрів,

до них вводили відповідних розмірів шліфувальний наконечник і обертали його за допомогою гнучкого валу. Для шліфування капілярних каналів такий інструмент непридатний. Як бути?

Відповідь: Через капіляри протискують повітря або воду з дрібним абразивним порошком, наприклад, окисом алюмінію.

Задача 1.5. Відомо, що острів Пасхи має свою прадавню загадку. Всіх, хто припливає до нього, зустрічають величезні скульптури кам'яних ідолів, їх на острові більше семисот.

Що це? Хто їх поставив? Для чого?

Місцеві жителі запевняли, що моаі (так називають кам'яних ідолів) були завжди, а прадіди їхніх прадідів буцімто розказували, що статуї прийшли самі з глибини острова...

Як все це пояснити ?

Відповідь: Виникає технічне протиріччя - статуя, залишаючись цілою, тобто важкою, на час транспортування має ставати легкою... В ідеалі - статуя сама, не ускладнюючи систему, використовуючи енергію вітру і власну вагу має пересуватись до океану.

Навіть якщо припустити, що статуя за одну хвилину робить одне похитування і пересувається на 1-2 см, то за рік вона зможе пройти понад 10 км!

Задача 1.6. Всі знають, що таке інкубатор. Але ось виникла потреба вивести курчат в космосі. На орбітальній станції для цього є всі умови (нормальна атмосфера, тепло), крім одного - немає сили тяжіння. Через це курчата ніяк не хочуть вилуплюватись. Потрібна ідея космічного інкубатора. Що ви можете запропонувати для створення штучної сили тяжіння?

Відповідь: Необхідно закрутити контейнер з яйцями навколо власної осі. (а.с.1020098)

Задача 1.7. Дискові пили так голосно працюють під час роботи, що персоналу рекомендують надягати спеціальні звукопоглинаючі навушники. Проблему спробували вирішити в а.с.519330: для усунення віщання запропоновано стискувати їх з обох сторін штифтами, оснащеними кульками, які підпружинюються. Це зразок нерозв'язаного технічного протиріччя: щоб повністю погасити коливання диску, який обертається, необхідно стиснути штифтами якомога сильніше, а щоб диск добре обертався, необхідно штифти взагалі прийняти. Крім того, кульки і пружинки забиваються ошурками і перестають працювати. Як бути?

Відповідь: Використаємо антирезонанс. Дискова пилка вищить, тому що її зуби розміщено через рівні проміжки і ударні хвилі складаються в потужні резонансні коливання; для руйнування резонансу достатньо зробити зуби різної величини, кроку, або з відхиленням від площини різання.

Задача 1.8. В одному фантастичному оповіданні описано експедицію на Марс. Космічний корабель опустився в долину на дуже нерівну поверхню: всюди пагорби, ями, каміння. Космонавти швидко спорядили всюдихід з великими надувними шинами. Але на першому ж схилі всюдихід перевернувся на бік. Як підвищити стійкість всюдихода?

Відповідь: Необхідно змістити центр тяжіння, підвісивши вантаж нижче днища. Виникає протиріччя: центр тяжіння необхідно змістити під дно, щоб всюдихід був стійкішим і його не можна зміщувати під дно, бо всюдихід втратить всюдихідність. Необхідно, не ускладнюючи систему, забезпечити стійкість всюдихода. Використаємо ресурси системи, які знаходяться нижче дна - це колеса. Розмістимо в колесах металічні кульки, або кругле каміння...

Задача 1.9. Одного разу директор фабрики іграшок запросив на нараду своїх інженерів і сказав:

- Необхідно винайти нового Ваньку-встаньку. Ми вже маємо стандартну іграшку. Її фігурка має круглу основу, а всередині корпусу, в його нижній частині, закріплено вантаж. Якщо покласти Ваньку-встаньку на бік і потім відпустити, то він підніметься і буде довго розхитуватись.

Відповідь: - Ванька-встанька за а.с.645661. Хитрість полягає в тому, що вантаж вільно пересувається вздовж стержня. Іграшку можна розхитувати і догори ногами, і покласти спати.

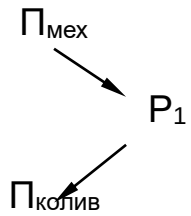
Або іграшка за а.с.676290. Частота коливань іграшки постійно змінюється. Вантаж подрібнено і частинки зроблено рухомими - як в пісочному годиннику.

Все це дія закону збільшення ступеню динамічності систем. Використавши його, можна зробити іграшку ще більш динамічною: згідно з законами розвитку технічних систем наступним кроком має бути використання рідин, або їх комбінації, або модифікації.

Задача 1.10. На одному заводі автоматичні верстати виготовляли найтонший мікропровід, натиснув кнопку - верстат з великою швидкістю видає тоненьку, схожу на сріблясту павутинку, ниточку, яка намотується на котушку. Відмінні верстати, але контролювати діаметр ниточки доводиться примітивним способом. Верстат зупиняли, відрізали шматок нитки, зважували і, знаючи питому вагу металу і довжину відрізка, обраховували діаметр проводу. Але через півроку завод мав випускати ще тонший провід, і діаметр прийдеться вимірювати з дуже високою точністю. Потрібен новий спосіб вимірювання. Як бути?

Відповідь: Є речовина, провід. Вона має давати сигнал, сигнальне поле, яке несе інформацію про діаметр проводу. Сама по собі речовина такого поля не дасть. А це означає, що необхідно запропонувати якесь інше поле. Вдаримо струну - прикладемо механічне поле, і виникнуть коливання, а за частотою коливань можна визначити діаметр.

І ще: щоб підвищити точність вимірювання, необхідно перейти від механічних до електромагнітних полів. На тонких дротинах легко виникає



коронний розряд. Він залежить від діаметра проводу. За яскравістю і формою корони можна перевірити не тільки діаметр, але і форму перетину: якщо провід овальний (а це погано), корона теж прийме овальну форму.

Задача 1.11. Дозатор рідини зроблено у вигляді гойдалки. В лівій частині дозатора ємкість для рідини. Коли ємність наповнена, дозатор нахиляється наліво і рідина виливається. При цьому ліва частина стає легшою і дозатор повертається в початковий стан. На жаль, дозатор працює неточно, виливається не вся рідина. Як тільки частина рідини виллється, полегшена ємність повертається, не доливаючи рідину. Зробити ємність більшою і змиритися з тим, що в ній залишається рідина? Але гойдалка вередлива: недоливання залежить від багатьох причин (в’язкість рідини, тертя в опорах дозатора). Необхідно усунути недолік якимось іншим чином. Як бути?

Відповідь: Використаємо моделювання маленькими чоловічками (ММЧ). На гойдалці дівчатка (рідина) і хлопчики (противага в правій частині дозатора). Ось прийняли вагу, і ліва частина гойдалки пішла вниз. Але як тільки зіскочили одна-дві дівчинки, ліва частина гойдалки піднімається догори. Як зробити, щоб всі дівчатка спокійно встигли зійти з гойдалки?

Відповідь очевидна. Доки дівчатка будуть виходити, хлопчики мають підійти до центру гойдалки, а потім повернутися в початкове положення.

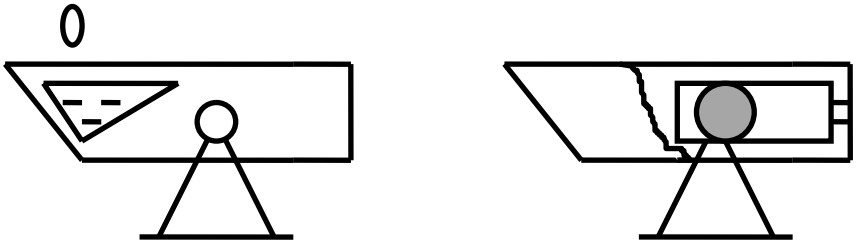


рис. 2.6

Перейдемо до моделі і реальної конструкції. Вантаж в правій частині дозатора має легко пересуватися “туди - сюди”. Зрозуміло, що краще за все зробити вантаж у вигляді кульки (рис.2.6.)

Задача 1.12.Якщо обертати посудину з рідиною, відцентрова сила заставить рідину тиснути на стінки посудини. Цим іноді користуються в техніці для обробки виробу тиском. Уявімо собі, що виріб розмістили не біля стінок, а по центру посудини. Як заставити рідину, наперекір законам фізики, тиснути не на стінки, а на виріб?

Відповідь: Використаємо ММЧ. Фізичне протиріччя - за умовами задачі “чоловічки рідини” мають тиснути не на виріб, а за законами фізики мають діяти в іншу сторону. Тиск рідини необхідно перевернути. Але як це зробити? Якщо ми протиставимо один ряд чоловічків з іншим, то тиск просто нейтралізується. Але взагалі, нам ніхто не заважає поставити більш масивних чоловічків в нижній ряд. Ось і відповідь. Нехай в посудині буде дві різні рідини, наприклад, ртуть і масло. Під час обертання посудини тиск ртуті пересилить тиск масла і заставить масло тиснути на виріб.

2.10.2. Тиск в рідині і газі

Задача 2.1. Аквалангісту необхідно виміряти глибину озера, але ніяких приладів у нього немає, крім звичайної циліндричної мензурки з поділками. Тим не менше аквалангіст із задачею справився. Яким чином?

Відповідь: Глибина пов’язана з тиском, а тиск з об’ємом. Тиск збільшується із збільшенням глибини. А об’єм, зайнятий повітрям, буде зменшуватись з ростом тиску. Для цього використавши мензурку, необхідно пірнути у воду, тримаючи її так, щоб зберегти в ній об’єм повітря, тобто догори дном. Це закон Бойля-Маріотта: множення тиску на об’єм - величина постійна. Залишається визначити, як перерахувати поділки мензурки в глибину.

Задача 2.2. Штучні алмази нерідко отримують з тріщинами. Такі кристали не можна ставити в інструмент - розваляться під час роботи. Пробували їх розколювати по тріщинах легкими ударами. Тріснуті розвалювались, але в скалках з’являлись нові тріщини. Як бути?

Відповідь: P_1 - кристал з тріщинкою. Необхідно ввести P_2 і якесь поле, яке здатне розірвати кристал. Яка ж P_2 може забратися в мікроскопічну тріщинку?

Кристали поміщають в камеру, піднімають тиск до декількох тисяч атмосфер і різко скидають. Повітря, прагнучи вийти з вузької щілини, розриває кристал. Аналогічно можна отримати цукрову пудру з цукру, розбивати на дольки і очищати від шкірок часник, насіння.

Задача 2.3. Ви потрапили на консервний завод. Нескінченним потоком просуваються конвеєром вимиті гарячою водою скляні порожні банки. Але деякі з них мають тріщини в корпусі або сколи на горловинах. Запропонуйте пристрій для відокремлення бракованих банок із загального потоку.

Відповідь: На горловинах порожніх банок накладається транспортерна стрічка з м’якої гуми. Так як банки мились гарячою водою, то в них залишилось гаряче повітря. Коли повітря охолоджується, то воно в банці створюється розрідження, і вона “присмоктується” до гумової стрічки, яка виносить її з конвеєра. В банках з тріщинами розрідження не відбувається, вона залишається на конвеєрі і скочується з нього.

Задача 2.4. Основа піраміди Хеопса має абсолютно точну нівеліровку, хоча займає площу 4,5 га. Як стародавні єгиптяни, не маючи високоточних приладів для нівеліровки, змогли виконати цю роботу?

Відповідь: По периметру і діагоналях майданчика під майбутню піраміду робили канали і заповнювали їх водою. Розтікаючись абсолютно горизонтально, вода показувала, де на майданчику нерівна поверхня.

Задача 2.5. Директор електролампового заводу зібрав нараду і показав багато листів.

- Споживачі незадоволені нашими лампами, - сумно сказав він. - Необхідно підвищувати якість продукції. Я думаю, що справа в тиску, який створює газ всередині колби готової лампи. То він більший, то менший від норми. Хто скаже, як виміряти цей тиск?

Можна для контролю розбивати одну лампу з сотні. Але перевіряти хотілося б кожну лампу.

А що запропонуєте ви? Чи є у вас ідея - як виміряти тиск газу всередині електричної лампи?

Відповідь: Необхідно використати Архімедову силу.

Задача 2.6. В центрі міста на площі стояла старовинна вежа. І ось одного разу виникла небезпека, що вежа осяде. Організували комісію і доручили їй перевірити: чи осідає вежа? Комісія задумалась. Потрібна якась нерухома точка, щоб перевірити, чи опускається вежа відносно неї. А де взяти таку точку? Може, вся площа і сусідні будівлі теж осідають. Правда в п’ятистах метрах від площі є парк. В парку - скелі, які вже точно не осідають. Але з цих скель вежу не видно, вона затуляється високими будинками. Як бути?

Відповідь: Поверхні рідин у сполучених посудинах знаходяться на одному рівні. Візьмемо дві скляні трубки, встановимо одну в вежу, іншу - на скелі, з’єднаємо трубки шлангом і наповнимо шланг водою. У сполучених трубках вода прийме однаковий рівень. Відмітимо цей рівень.

Якщо вежа осідає, то за декілька днів вода в трубці, яка знаходиться у башті, підніметься вище мітки.

Задача 2.7. На шосе зупинився автомобіль. Бензин скінчився.

Такі ненадійні ці прилади. Іноді стрілка ще далеко від нуля, а в баці вже порожньо. От аби бак сам передавав водію, що бензин закінчується...

Відповідь: Є дві речовини, бак і бензин. Необхідно знайти поле. Один із варіантів - це звукове поле.

Задача 2.8. В одному місті вирішили збудувати фонтан.

Оголосили конкурс, розглянули проекти. Нічого оригінального.

Фонтани будують із стародавніх часів, а принцип той самий: струмені води, які перетинаються. Наприклад, в одному з проектів запропоновано запалювати вогонь всередині струменя. Теж не нове! Вже є фонтани з вогнем, світлом, світломузикою...

Запропонуйте фонтан, якого ніде ще не було. Має бути красиве, дивовижне видовище!

Відповідь: Необхідно використати закони розвитку технічних систем закон динамізації, закон узгодження ритміки.

Задача 2.9. Едісон любив задавати “хитрі” технічні задачі співробітникам, яких приймав на роботу, особливо теоретикам... Одного разу він запросив до своєї лабораторії математика Ептона і запропонував йому обрахувати об’єм колби лампи. Ептон працював над складними обрахунками протягом години з гордістю подав аркуш з відповіддю. Тоді Едісон за декілька секунд продемонстрував здивованому математику простіший (і більш точний) спосіб вимірювання об’єму колби лампи.

Відповідь: Необхідно використати закон Архімеда: об’єм витісненої рідини від зануреної в неї колби і буде практично об’ємом колби лампи.

Задача 2.10. На консервному комбінаті ніяк не вдавалося механізувати нескладну ручну операцію - очистку стручка перцю. Вздовж

конвеєра, який повільно рухається, сидять десятки, сотні працівників. І все одно не встигають вчасно обробити весь перець, який поступає з полів. Операція проста: робітник відрізає ножем найслабше місце стручка - дно навколо плодоніжки - і вичищає середину. Потрібна ідея високопродуктивного способу. Загрузив, скажемо, мішок перцю в ємність, натиснув кнопку - і вся серединка разом з дном і насінням вилетіла із перчинок.

Відповідь: Перець очищають повітрям: засипають в герметичний контейнер, піднімають тиск повітря до 8 атм. - стручок стискається, вдавлюється дно в найслабшому місці (навколо плодоніжки) . З'являються тріщини, через які всередину перцю проникає стиснене повітря. Коли тиск всередині і ззовні урівноважиться, миттєво скидається тиск в контейнері. Стручки вибухають. А оскільки найслабше місце біля плодоніжки, то дно вилітає, витягуючи за собою всю серединку (а.с.34014).

Задача 2.11. Освоєння нових територій нерідко починається з вибухів під водою, вони потрібні для прокладання нових ділянок нафтопроводів, будівництва гребель, сейсморозвідки і т. д. Під час вибухів страждають підводні мешканці - на велику відстань від місця вибуху утворюється мертва зона. Пробували відлякувати рибу звуком, світловими імпульсами, хімічними речовинами - риба тільки опускалась на дно і впадала в оціпеніння.

Як забезпечити захист від вибухової хвилі? Накривати важким дзвоном, відкачувати воду, будувати потужні екрани неефективно і дорого. А без надійного захисту Рибінспекція забороняє проводити роботи. Як бути?

Відповідь: Рибу захищають від вибухового удару шаром повітряних кульок. Повітряно-кулькова завіса ефективно гасить енергію гідравлічної хвилі. Для цього на дні прокладають перфорований шланг, через який

подається стиснене повітря. Можна також використати електроліз - на дно вкладають шматки непотрібних сталевих конструкцій (труб, балок і т.п.) і підключаються до джерела струму.

Задача 2.12. В трубі встановлюється пористий керамічний фільтр у вигляді кільця біля стінки. Звичайні фільтри, які повністю перекривають переріз труби, промивають зворотнім потоком чистої рідини. Пори очищаються від забруднення. А як бути тут?

Відповідь : В трубу подають стиснене повітря, воно проникає в пори, потім різко скидають тиск, і забруднення викидається з фільтру (а.с.514650).

2.10.3. Плавання тіл

Задача 3.1. На суднoремонтному заводі спустили на воду новий річний теплохід-катамаран. Він буде ходити за змішаними маршрутами: частина шляху морем, частина - річкою. На річці спокійно, а ось на морі...

Отже необхідно дещо вдосконалити: потрібен корабель, який катамаран і не катамаран...

Як ви вважаєте, про яке вдосконалення йдеться мова?

Відповідь: На третьому етапі розвитку технічні системи стають динамічними, змінними. За а.с.524728 корпус корабля-катамарана оснащено рухомими з'єднаннями, що дає змогу, при потребі, підвищувати стійкість на морі, або прохідність на вузьких ділянках річок.

Задача 3.2. В морі недалеко від берега, працював земснаряд: поглиблював дно, розчищав шлях кораблям. Ґрунт, який піднімався з дна моря, по трубах, перекачувався за п'ять кілометрів. За земснарядом довжелезним хвостом пливли труби. На плаву їх тримали порожні залізні бочки.

Отримане штормове попередження. Необхідно зупиняти роботу. Доведеться від'єднувати "хвіст" і вести його в укриття. А потім знову приєднувати. Вважайте, що добу втрачаємо.

І тут з’явився ВИНАХІДНИК.

- Можна працювати всім штормам наперекір, - сказав він. - Просто система “труба-понтони” повинна стати ...

Якою має стати система і як буде працювати під час шторму?

Відповідь: Трубопровід має стати динамічним, рухомим. В хорошу погоду він має бути на поверхні, а під час шторму - на дні.

Задача 3.3. Директор іграшкової фабрики зібрав нараду.

- У нас є два зразки ляльок “Карлсон”. - Ось дивіться...

Одна лялька була точнісінько такою, як малюють в книжках, але не літала. У іншої за спиною був величезний гвинт - набагато більший, ніж сам “Карлсон”. Лялька не могла стояти, але зате її можна було запускати - як іграшковий вертоліт.

- Погано, - зітхнув директор. - Одна лялька схожа, але не літає. Інша літає, але зовсім несхожа. Технічне протиріччя, - розвів руками директор:

- Зробиш маленький гвинт, ”Карлсон” не полетить, не вистачить підйомної сили гвинта. А великий - псує зовнішній вигляд, лялька на ногах не стоїть.

І тут з’явився ВИНАХІДНИК.

- Перейдемо до фізичного протиріччя, - сказав він. - Гвинт має бути великим і не має бути великим.

Як розв’язати протиріччя?

Відповідь: Гвинт має бути великим під час польоту і маленьким, коли ”Карлсон” не літає. Для цього лопасті гвинта необхідно зробити з тонких пластинок і згорнути їх, як іграшку “язик”. Під час роботи гвинта відцентрові сили розгорнуть пластинки, вони стануть великими. Гвинт зупиниться - пластинки згорнуться.

Задача 3.4. Уявіть собі деталь, яка нагадує цвях, загострений кінець якої необхідно покрити сріблом. Посріблення відбувається в ванній, яка наповнена розчином солей, що містять срібло. Для занурення деталей у

ванну використовують пластмасовий лист з прорізями, в яких встановлюють цвяхи. Кінці стирчать донизу, а самі цвяхи утримуються шапочками за краї прорізів. Потім лист кладуть на краї ванної, і кінці опиняються в розчині. Але на протязі дня рівень розчину в ванній коливається. Частина розчину випаровується, витрачається, за ним необхідно слідкувати, бо буде брак. Як бути?

Відповідь: Протиріччя: ванна має бути заповнена розчином, щоб кінці цвяхів занурювались на одну і ту ж довжину, і не має бути заповнена розчином, бо він випаровується та витрачається. В ідеалі: розчин сам має регулювати величину занурення цвяхів. Лист з деталями необхідно поставити на поплавки. При зміні рівня розчину поплавки все одно будуть знаходитися на поверхні, і величина занурення цвяхів не зміниться.

Задача 3.5. Під час виробництва сталевих труб дуже важливо відрізати від зливка заготовку точно заданої маси, тоді всі труби будуть мати потрібну довжину, але, на жаль, зливки - різного розміру, форми. Встановили велику кількість датчиків, які визначали форму зливка, його розміри. ЕОМ обраховувала вагу і показувала, де різати, але система виявилась дорогою і вередливою. Датчики забризкувались маслом, до них приставала окалина, вони починали помилятись, часто взагалі відмовляли. Як бути?

Відповідь: Протиріччя: щоб отримати потрібну вагу, необхідно зважувати болванку частинами, і не можна зважувати частинами, тому що для виробництва труб потрібна ціла болванка. Болванку опускають у воду і вимірюють кількість витісненої рідини.

Задача 3.6. Відомий спосіб підняття кораблів, які затонули, шляхом закачування повітря всередину. Але він вимагає трудоємної і часом небезпечної роботи під водою для герметизації всіх щілин, через які повітря могло вирватися. Як, використовуючи цей спосіб підйому, обійтись без герметизації?

Відповідь: Ідеально, щоб повітря само себе герметизувало. Протиріччя: це має бути повітря, щоб добре піднімати корабель, і це не має бути повітря, щоб не виходити з отворів.

Найкраще всередину корабля подавати піну з твердіючого матеріалу. Так було піднято декілька кораблів. Цікава деталь - коли автори спробували запантетувати цей спосіб, патентне відомство їм відмовило, оскільки метод виявився відомим.

Задача 3.7. В якості еталону прямолінійності зручно використовувати тонку натягнуту дротину... Але під дією тяжіння Землі, дротина, хоча й не набагато, але прогинається. Оскільки це еталон, то навіть найменші прогини недопустимі. Як усунути цей недолік ?

Відповідь: Над еталоном протягують іншу дротину. Тепер достатньо пропустити під ним токи зустрічного напрямку, щоб гравітаційний прогин був скомпенсований взаємним тяжінням провідників один до одного. Можливо також і використання сил Архімеда... (а. с. 684287).

Задача 3.8. Цікава історія з паровими котлами сталася в кінці XIX століття. Один підприємець закупив в Англії верстати та парову машину з котлами. Обладнання довезли до річки, на протилежному березі якої була фабрика власника. І тут опам’ятались: як переправити через річку важке обладнання, яке не в змозі витримати паром. Прикинули: виявилось, що якщо будувати міст, то він буде набагато дорожчий нового порома, але зручніший. Фабриканту передбачались витрати, він задумався. Перед розгубленим фабрикантом з’явився простий чоловік і запропонував простий вихід. Що саме він запропонував?

Відповідь: Чоловік взяв сокиру, зрубав берізку, зробив корки. Цими корками він забив всі дірки в котлах, потім скотив їх в річку. Там він надійно зв’язав котли і наказав поставити на цей пліт машину. Потім причепив свій винахід до порому і, таким чином, благополучно доставив на інший берег.

Задача 3.9. Зимові тренування плавців на довгі дистанції утруднювались малою довжиною басейнів, плавець повинен був велику кількість разів розвертатись біля стінок - це потребує уваги і віднімає час. Як забезпечити неперервний заплив спортсмену в короткому басейні. Басейн має бути одночасно і довгим, і коротким - сильне протиріччя, чи не так?

Відповідь: А.с.187577. Пристрій з замкнутим проточним каналом для тренування плавців. Плавець залишається на одному місці, але пливе на будь-якій дистанції, рухається потік води.

Задача 3.10. Прилад для контролю герметичності виробу (приладів, посудин і т.п.) складається із бака з рідиною, на дно якого опускається виріб, який перевіряється. Пішли бульбашки повітря, значить виріб негерметичний. Але баків багато - одночасно перевіряється вся серія виробів. Оператор просто може не встигнути побачити перед обходом, чи були бульбашки в одному з них. Затримати б ці бульбашки, а потім можна за їх кількістю оцінити навіть ступінь негерметичності. Пробували накривати рідину склом, але рівень рідини змінюється, важко встановити скло безпосередньо на поверхні, і, крім того, якщо скло не строго горизонтальне, то підйомна сила виштовхує бульбашку до одного з країв , і вона зникає...

Відповідь: Контрольна відповідь базується на простому фізичному явищі: прилад для контролю герметичності приладів - бак з рідиною, на поверхні якого плаває сітка, з розмірами гнізда, які вибрані “за умов забезпечення переважання сил поверхневого натягу, які діють на бульбашку, над підйомною силою” (а.с.1193478).

2.10.4. Теплові явища. Зміна агрегатного стану

Задача 4.1. Будувався завод з виробництва напруженого струнобетону - бетонних плит, всередині яких знаходився натягнутий сталевий дріт. Такі плити мають дуже велику міцність.

Але підвели постачальники, які не змогли вчасно виготовити потужні домкрати, потрібні для натягування струн. Було запропоновано використовувати теплове розширення: нагріти дріт електричним струмом, закріпити у нагрітому стані, а коли він вистигає, залити бетоном. І тут виникає гостре протиріччя: нагрівання має бути сильним, але тоді дріт перегріється, порушиться його структура, що недопустимо. Правда, існує спеціальний жаростійкий дріт, але він дуже дорогий. Як бути?

Відповідь: Протиріччя - необхідно гріти, щоб натягнути і не можна гріти, щоб не зіпсувати. Необхідно розділити протилежні властивості у просторі. Необхідно гріти не дріт, а спеціальний стержень, який до нього прикріплений. Оскільки цей стержень залишається ззовні і може використовуватися багато разів, то його можна виготовити із жаростійкої сталі.

Задача 4.2. Відомий спосіб підняття кораблів, які потонули, за допомогою понтонів. Понтони - це стальні циліндри, об'ємом від 50 до 500 м^3, їх заповнюють водою, опускають на дно і прикріплюють до корпусу корабля, який потонув. Потім з судна-рятівника подають стиснене повітря, витискаючи воду з понтонів. Понтони завдяки підйомній силі спливають, піднімаючи корабель на поверхню. Цей спосіб можна використовувати на невеликих глибинах - декілька десятків метрів. Із збільшенням глибини - декілька сот метрів - компресори не в змозі створити тиск повітря, який був би здатен витиснути воду з понтонів. Збільшення потужності компресора наштовхується на надмірну складність і енергоємність. Це технічне протиріччя. Необхідно сформулювати ідеальний кінцевий результат по відношенню до води, яка знаходиться в понтонах, виявити фізичне протиріччя, яке виникає, і розв'язати його, використовуючи знання шкільної фізики.

Відповідь: Вода сама має витиснути себе із понтона. В понтонах розміщують електронагрівальні, або хімічні елементи і перетворюють

воду в пару. Під дією тиску пари понтон звільняється від води. Можна також використовувати електроліз води.

Задача 4.3. Відомо, до яких наслідків може привести заморожена в теплових радіаторах вода. Внесіть мінімальні зміни в конструкцію радіатора, які не дозволять розірвати його при замерзанні води.

Відповідь: В порожнині радіатора розміщують еластичну кульку. Під час замерзання вода, розширюючись, стискає кульку і не створює тиску на стінки радіатора. (а.с. 542 087)

Задача 4.4. У тріскучий мороз ви прибігли в школу. Першим уроком у вас іде хімія. Вчитель, показуючи на стіл, де стоять дві колби, наполовину заповнені водою, говорить: “В цих колбах абсолютно однакові за питомою вагою рідини, вони різні тільки за кольором: одна - червона, інша - синя. Необхідно ці рідини злити, але так, щоб вони не перемішались між собою, тобто синя рідина має бути знизу, а червона зверху. Як це зробити?

Відповідь: Перед тим, як їх злити синю, рідину в одній із колб заморожують.

Задача 4.5. Дівчинка святкувала день народження. Хтось із гостей приніс велику коробку цукерок. Цукерки було зроблено у вигляді шоколадних пляшечок, які наповнені густим малиновим сиропом. Всім дуже сподобались ці цукерки. Один із гостей запитав:

- Цікаво, як виготовляють пляшечки?

- Спочатку роблять шоколадну пляшечку, а потім заливають в неї сироп, - пояснив інший гість. - Сироп обов’язково має бути густим, бо цукерка буде неміцною. А густий сироп важко залити в пляшечку. Можна, безумовно, нагріти сироп, він стане рідшим, але ось біда - гарячий сироп розплавить пляшечку. Виграємо в швидкості, програємо в якості, буде більше браку. Як бути?

Відповідь: Необхідно налити сироп у форму, заморозити, а потім занурити в шоколад.

Задача 4.6. Як витрусити пісок, який потрапив в чорнильницю-невиливайку? Приблизно з такою проблемою зіткнулись інженери-ливарники. Відлиті з металу деталі необхідно очищати. Для цього використовують піщаний струмінь. Поверхню деталей очищають, але піщинки потрапляють у внутрішні порожнини і там залишаються. Але ж не будеш перевертати важкі деталі і витрясати з них пісок...

- Якось закрити всі отвори?

- Багато зайвої роботи.

Відповідь: Вони зникнуть самі собою! Для цього необхідно, щоб піщинки були в момент очищення, а в інший момент часу щоб їх не було. Необхідно використати частинки льоду. Після виконання головної функції вони зникають.

Задача 4.7. В довгій гумовій трубці необхідно дуже точно зробити багато отворів діаметром 1,0 мм. Взагалі неважко пробити або просвердлити отвори, але гума гнучка, під інструментом вона розтягується, стискається, згинається... Зробити отвори потрібного розміру дуже важко. Майстер попробував пропалити отвори розжареним дротиком. Але краї отвору обпалювались, кришились. Як бути?

Відповідь: Перед свердлінням трубку заливають водою і заморожують.

Задача 4.8. На заводі приступили до випуску нового механізму - і зразу ж виникли непередбачені труднощі. Одна деталь механізму виготовлялась із сталевої пластини. Через заготовку пропускали струм, який нагрівав деталь до 1200 градусів Цельсія. Розжарену пластину пресували, надаючи їй потрібної форми. І ось з’ясувалось, що при температурі вище 800 градусів поверхня заготовки швидко псується: на метал шкідливо діє повітря.

Заготовку необхідно нагрівати до 1200 градусів, бо інакше її не обробиш, і не можна нагрівати вище 800, бо зіпсуєш поверхню металу.

Нагрівати до 1000 градусів - до середньої температури - і пластини будемо псувати - нагрівання все-таки вище дозволеного, і обробляти не зможемо - мала температура. Як бути?

Відповідь: Щоб поверхня деталі під час загартування мала температуру 1200^0С, запас тепла необхідно створити всередині деталі, тобто її необхідно трохи перегріти. Тоді під час опускання деталі в воду або масло надлишок внутрішнього тепла підігріє поверхню.

Задача 4.9. Одного разу зібрались вчені, щоб обговорити питання боротьби з жуком-довгоносиком. І тут з'ясувалось, що умови існування жука вивчені ще дуже слабо. Ніхто не знав, наприклад, яка температура тіла довгоносика.

- Жучок маленький, - сказав один вчений, - звичайним термометром не виміряєш.

- Прийдеться розробити спеціальний прилад, - згодився інший. - Втратимо багато часу.

Як бути?

Відповідь: Температуру довгоносика легко виміряти, змірявши температуру великої кількості жучків.

Задача 4.10. Завідуючий хімічною лабораторією запросив винахідника і сказав:

- Нам необхідно керувати потоком газу, який іде цією металевою трубою з однієї посудини в іншу. У нас є крани з притертим скляним корком, але вони не забезпечують потрібної точності: важко регулювати величину отвору, яким протікає газ.

- Безумовно, - сказав винахідник, - ви б ще кран від самовара поставили.

Придумайте кран, не складніший "самоварного крану", а за точністю кращий в десятки разів.

Відповідь: Необхідно використати властивості тіл розширюватися при нагріванні і навпаки. Кран заснований на цьому ефекті буде більш точним.

Задача 4.11. На заводі розкопали ділянку трубопроводу. Необхідно було уточнити, в яку сторону тече рідина в трубі? Простукували трубу по-різному, прислухались, нічого не вдалося визначити.

- Будемо різати трубу, - сказав інженер. - Що поробиш...

І тут з'явився ВИНАХІДНИК.

Відповідь: Різати трубу? Необхідно добудувати реполь. Є дві речовини - труба та рідина. Залишається додати поле. Наприклад, магнітне, ввівши ферочастинки.

Задача проста, хоча на її розв'язок теж видане авторське свідоцтво.

Задача 4.12. По радіо передали: очікуються осінні заморозки.

Як бути з дослідною ділянкою? Там рослини, які люблять тепло...

Ділянка велика, плівкою не закриєш, не обігрієш...

Відповідь: Зберегти тепло на великій ділянці? Кличте пожежників.

Задача 4.13. На виставці демонструвався електричний паяльник, який відключався при перегріванні.

- Яка його будова?

- Напевно, є датчик, який вимірює температуру. При перегріванні датчик дає сигнал, спеціальне реле відключає паяльник.

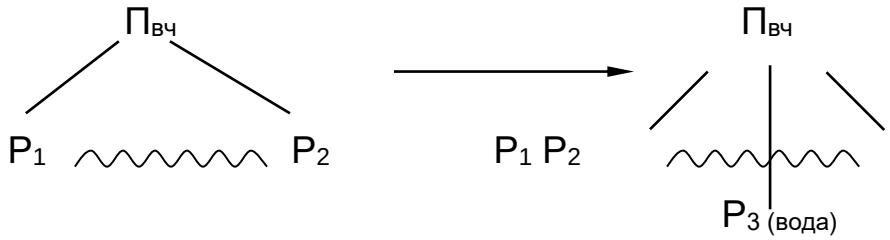
Відповідь: Немає ні датчика, ні реле. Паяльник відключається сам. Вся хитрість в тому, що використано біметалеву пластинку.

Задача 4.14. При лікуванні людини за допомогою УВЧ (електромагнітного поля ультрависокої частоти) необхідно випромінювач притискувати до ділянки людського тіла, яка прогрівається. Внутрішні органи при цьому прогріваються добре, але може відбутися перегрів (опік) поверхні шкіри. Якщо випромінювач не притискувати, то опіку не

буде, але і прогрівання буде слабким, більша частина променевої енергії розійдеться на всі сторони, без користі для людини. Як бути?

Відповідь: Побудуємо реполь. $Р_1$ - людина, $Р_2$ - випромінювач, поле П - електромагнітне. Ми маємо шкідливий реполь, дія якого призводить до опіків, тому його необхідно зруйнувати. Для цього необхідно ввести між двома речовинами якусь третю $Р_3$. Схематично це виглядає так:

Хвилястою лінією позначено шкідливу дію, яку $Р_3$ має усунути.



Що може бути $Р_3$? Якими властивостями має володіти? Пропускати випромінювання, але не давати обпікати, охолоджувати? Добре охолоджує вода, і випромінювання крізь неї теж проходить добре.

Задача 4.15. Під час гранулювання нікелю (отримання нікелю у вигляді невеликих кульок-гранул - необхідно за умовами виробництва) розплавлений нікель ллють з висоти у воду. У воді крапельки застигають, перетворюючись в гранули. Але в цій технології є недоліки: крім гранул отримується багато “піску” - скалок гранул. Причина появи “піску” відома: крапля, яка попадає в воду, найчастіше ще дуже розжарена і розлітається на частинки через “тепловий” вибух - різке переохолодження при зіткненні з водою. Як цього позбутися?

Відповідь: Побудуємо реполь. $Р_1$ - крапля нікелю, $Р_2$ - вода, П - шкідливе теплове поле. Використаємо правило руйнування шкідливого реполя. Введемо $Р_3$. Яким вимогам має задовольняти речовина $Р_3$? $Р_3$ має бути холодною, як вода, щоб краплі застигали, і м’якою, як повітря,

щоб краплі не розбивались. $Р_3$ має бути модифікацією води і повітря. Це - піна.

Задача 4.16. Для вилучення із сталі шкідливих домішок її перемішують зі спеціальними речовинами за допомогою механічної мішалки. Але мішалка при цьому буде плавитися і забруднювати сталь, а робити її із теплостійких матеріалів дорого і складно. Як бути?

Відповідь: Побудуємо реполь. $Р_1$ - мішалка, $Р_2$ - сталь, П - шкідливе теплове поле. Використаємо правило руйнування шкідливого реполя. Введемо $Р_3$. Це має бути модифікація тієї речовини, якої в системі багато. Тоді вона буде легко відновлюватися. Покриваємо мішалку шаром сталі під час її виймання та охолодження. Тоді на ній буде шар сталі, який захищатиме її від розплавлення.

Задача 4.17. В лабораторії проводили дослідження нового сплаву. Зразок нагрівали в печі до певної температури і після охолодження вивчали під мікроскопом. Наступний зразок нагрівали на один градус вище і т.д. Потрібно сотні зразків, тривала робота. Чи не можна провести дослідження простіше і швидше?

Відповідь: Протиріччя: зразків повинно бути багато, щоб отримати високу точність при дослідженні, і зразків повинно бути мало, щоб не витрачати багато часу. Ідеально всі дослідження провести на одному зразку.

Беруть один довгий зразок, розміщують на ньому термопари для вимірювання температури, потім нагрівають один кінець стержня до максимальної температури, охолоджуючи інший. Тепер по довжині стержня можна знайти зону з будь-якою температурою!

Задача 4.18. Реактивний двигун, який відпрацював свій ресурс у повітрі, ще досить довго може працювати на землі, де випадкова відмова в роботі не викличе аварії. Наприклад, реактивний струмінь відмінно

здуває зі злітної смуги сніг. А ось із льодом важче, він міцно зчеплений з бетоном. Як бути?

Відповідь: Побудуємо реполь. P_1 - лід, P_2 - бетон, П - шкідливе поле зчеплення між ними. Для того, щоб його зруйнувати, можна попробувати ввести між бетоном і льодом якусь модифікацію льоду. І виникнути вона повинна під дією якогось поля, яке можна знайти за допомогою МАТХЕМ.

Наприклад, шар льоду освітлювати потужними лампами, інфрачервоне (теплове) випромінювання проходитиме через прозорий лід і нагріватиме поверхню смуги. Лід знизу розтане і легко здується.

Задача 4.19. Цікаву праску побачив ВИНАХІДНИК на виставці. ЇЇ “підошву” можна спокійно чіпати рукою - не обпечешся. Як це може бути?

Відповідь: Протиріччя: нагрів має бути, щоб праска прасувала, і нагріву не має бути, щоб вона не обпікала.

Розв’яжемо протиріччя в просторі. Підошва праски скляна, за нею стоїть потужна спіраль - джерело інфрачервоного випромінювання.

Задача 4.20. Для конденсації відпрацьовану пару випускають в бак з водою. Зазвичай цього достатньо. Але іноді зразу випускають забагато пари, і вона не встигає сконденсуватися, проривається крізь воду і тікає. Це небажано. Як бути?

Відповідь: Ідеальний варіант: пара сама залишається під водою, поки не сконденсується. Протиріччя: бак має бути дуже глибоким, щоб пара довго залишалась під водою, і він не має бути дуже глибоким, щоб мати невеликий розмір.

Зверху в бак опускається відкритий знизу ковпак, на зразок водолазного дзвона. Пара випускається в нього і контактує з водою по великій поверхні.

Задача 4.21. В 1960 році американський інженер Г.М.Гровер зібрав на прес-конференцію журналістів. Після короткого виступу він показав

присутнім фокус: взяв кліщами звичайний на вигляд сталевий пруток, довжиною приблизно півметра, діаметром біля сантиметра, занурив один його кінець в полум'я електричної горілки, а інший - в склянку з водою. Вода миттєво і бурхливо закипіла. Потім він взяв інший стержень і опустив його кінець в склянку з рідким азотом, а інший - знову в воду. Навколо зануреного у воду стержня відразу став намерзати лід. Поясніть, як це відбувається?

Відповідь: Він використав ефект теплової труби.

Задача 4.22. При запуску роботизованої лінії на швейній фабриці виникли великі труднощі з викройкою і обробкою деталей одягу. Деталі з тканини не мають жорсткої форми, тому захвати роботів зминали їх, і через це деталі зшивались зі зморшками. Не допомогли прижими, контролюючі системи з фотодатчиками та телекамерами. Хтось запропонував змочувати тканину. В такому вигляді вона добре прилипала до конвеєра, але це не допомогло. Деталі при зшиванні злипались, м'ялись, деформувались. Як бути?

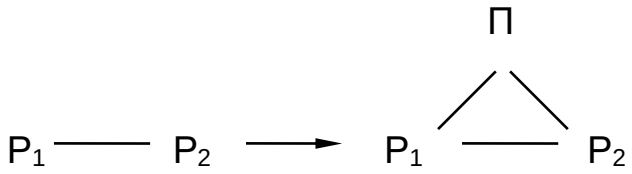
Відповідь: Тканина має бути жорсткою, щоб добре зшиватись, і м'якою, щоб носити одяг з неї було зручно. Тканину заморожують перед зшиванням, утримуючи на конвеєрі температуру близько 0 градусів.

Задача 4.23. Особливо небезпечне попадання снарядів і куль в бензобак літака - вибух, здається, неминучим. Насправді спалах можливий тільки в бензоповітряній суміші, коли частина бака вже вільна і в повітряному просторі накопичуються пари бензину. Як запобігти утворенню такої суміші і тим самим значно знизити ймовірність вибуху?

Відповідь: Технічне протиріччя: бензин в баці має бути, щоб забезпечити роботу двигуна і його немає бути, щоб не утворювалися бензинові пари. Бензин в баці, безумовно, є, але в нього вводиться мізерна добавка (0,3%) спеціального полімеру, і він перестає випаровуватися. Відбувається стабілізація палива.

Задача 4.24. Існують точні методи визначення води в машинному маслі, але вони довготривалі, і вимагають спеціальних приладів. Як швидко визначити, чи є вода в маслі картера автомобіля (на дорозі під час короткострокової зупинки)? Потрібна ідея експрес-методу.

Відповідь: За умовою задачі є P_1 - масло, P_2 - вода.



Потрібно добудувати реполь. Яке поле необхідно тут використати (теплове, механічне, електричне і т.д.)? Воно має бути просте і доступне, має якимсь чином розділяти ці речовини, щоб було видно, є вода чи ні. Розподіл має відбуватися на різниці властивостей речовин. Використаємо температуру кипіння. В японській заявці 52-46-837 сказано: нагріти на металевій пластинці краплю масла до 100 градусів Цельсія (наприклад, запальничкою), вода, якщо вона є - закипить, видно наочно.

Задача 4.25. Для своєчасного ремонту ізложиці для сталі (металевих форм, в яких розплавлений метал перетворюється в зливок) необхідно знати число заливок після попереднього ремонту. Рахунок веде обліковець, який відмічає в журналі кожну заливку. Запропонуйте простий та дешевий пристрій, який забезпечував би автоматичний облік заливок.

Пояснення: Лічильник заливок має розміщатися на зовнішній стороні ізложиці. Що змінюється на цій стінці при заливці? Кожен раз відбувається “сплеск” теплового поля, його і необхідно використовувати. Підвищилася температура - прилад відрахував одиницю і т.д.

Відповідь: На стінці ізложиці кріпиться прозорий циліндр, розділений на дві частини (верхню і нижню) похилою перегородкою, в перегородці отвір, який закритий біметалічною пластинкою. В верхній частині розміщують кульки. Підвищилася температура - засувка із біметалу

відхилиться - і одна кулька впаде вниз. Як механізм піщаного годинника... Реальна конструкція трохи складніша... Для забезпечення проскоку тільки однієї кульки встановлюють дві біметалічні пластинки, одна над одною на відстані, рівній діаметру кульки.

Задача 4.26. Трубчасті пальці, які з'єднують в двигунах поршні з шатунами, виготовляють з дорогих високолегованих сталей з дуже малим відхиленням зовнішнього діаметру; поверхню зміцнюють, шліфують. І все рівно за один-два сезони в двигунах сільгоспмашин вони стираються на 0,01 мм - це допустима межа, далі не можна. Тому пальці виймають і ... відправляють на переплавку - мільйони пальців, вся "вина" яких полягає в мізерному відхиленні діаметру в меншу сторону. Були розроблені та впроваджені наступні способи їх ремонту:

- роздача нагрітих пальців пуансонами - стержнями, які вганяються всередину ударами; на один палець витрачається 34хв;
- хромування - на зношений палець нарощують шар хрому; дороге та складне обладнання. Норма часу - 14 хв. на один палець;
- розкатка - нагрітий до високої температури палець одягають на оправку і розкатують валками (як тісто качалкою); дороге та громіздке обладнання, неможливо визначити момент закінчення розкатки. Кількість відновлюваних цим способом пальців так і не піднялася вище 10% від загальної їх кількості по країні.

Потрібна ідея відновлення поршневих пальців, тобто збільшення їх діаметру на 0,01мм. Ваші пропозиції?

Відповідь: Діаметр збільшується на 0,01 мм... Як це здійснити? Сота доля міліметра — це мікропереміщення. За покажчиком фізефектів найпростіший спосіб — нагрівання. Отже, нагріваємо — діаметр збільшується, а охолоджуючись, знову зменшується. Як закріпити це збільшення? Ось задача. Може, нагрітий палець одягати на оправку? Але тоді зняти його буде неможливо. Оправка має бути і її не має бути.

Хороший прийом — передача функцій інструмента частині виробу. В даному випадку нехай роль оправки виконують внутрішні шари пальця. Якщо швидко охолодити внутрішню поверхню, то і зовнішня, охолоджуючись, не зменшить діаметр. Всередину нагрітого до 800 градусів Цельсія пальця подають під тиском струмінь холодної води, внутрішні шари швидко застигають і утворюють жорстку основу, заважаючи стиснутись зовнішнім шарам. Зверніть увагу, як точно розподілено функції між внутрішніми та зовнішніми шарами: спочатку при різкому охолодженні внутрішніх шарів зовнішні не дають їм стиснутись, а потім при охолодженні зовнішніх — внутрішні не дають їм стиснутись. Розв'язок запропоновано в а.с.495367, 550437.

Задача 4.27. Під час буріння глибоких свердловин необхідно точно знати стан зубів інструменту, який вгризається в породу (чи не зламався зуб)? Не знаючи цього, доводиться працювати наосліп, час від часу заміняючи (на всяк випадок) інструмент на новий. Для цього із свердловини виймається вся, іноді довжиною декілька кілометрів, колонка труб - надзвичайно трудомістка і довготривала операція. Потрібна ідея простого способу контролю стану інструменту.

Відповідь: Система сама повинна давати сигнал про поломку. Необхідно побудувати реполь. Маємо речовину P_1 - зуб - неповний реполь. Необхідно знайти речовину P_2 і поле. P_2 - мікрокапсула, наповнена духмяними або сморідними речовинами. Поле - запахове. При поломці зуба мікрокапсула розривається, і запах дає сигнал про поломку (так в побутовий газ підмішують метилмеркаптан - речовину з огидним запахом, відчутним уже при концентрації 1 мг на 10 тис.куб.м. повітря!).

2.10.5. Електричний струм

Задача 5.1. Проводячи випробування на стенді, ВИНАХІДНИК турбувався із-за однієї деталі, спостерігати яку під час роботи було неможливо, адже у випадку появи у ній тріщини, іспити необхідно було

припиняти. Ні світловодів, ні мікрокапсул з пахучими речовинами не було. Необхідно обійтись власними силами, шукати своє рішення. Яким чином?

Відповідь: P_1 - деталь. Необхідно побудувати вимірювальний реполь P_2, використовуючи в якості P_2 що-небудь загальнодоступне, яке є в ресурсі системи. Винахідник провів по поверхні пластмаси лінію простим м'яким олівцем і під'єднав до неї пару контактів. Поки деталь ціла по графітовій лінії проходить струм, але достатньо з'явитися найменшій тріщині - коло розімкнеться.

Задача 5.2. Мідь високої чистоти отримують шляхом електролізу. У ванну, наповнену електролітом - спеціальним розчином, який пропускає електричний струм, опускають листи "чорнової" міді, в якій міститься велика кількість різних домішок, і тонкі пластини тонкої міді. Через електроліт проходить струм, під дією якого маленькі чоловічки (іони) міді ідуть з позитивного електроду (аноду) до від'ємного (катоду). В результаті анод поступово розчиняється. Чоловічки домішок падають на дно ванни, а на катоді накопичується чиста мідь. Але в цього процесу є серйозний недолік: чоловічки міді сідають на катод випадковим чином, де попало, тому не заповнюють весь простір в цілому. Між ними залишаються мікроскопічні пустоти - пори. Вони тим більші, чим більший електролізний струм. Так ось, в пори попадає електроліт і залишається там. Потім під час транспортування готових листів міді, особливо у вологій атмосфері, електроліт виступає на поверхню листів, прикрашаючи їх зеленими і чорними плямами, а це недопустимо. Тому кожен лист довго миють гарячою водою. Але вода погано проникає в найдрібніші пори. Як суттєво підвищити миття міді?

Відповідь: P_1 - забруднення, електроліт в порі листа. P_2 - вода. Необхідно ввести поле, яке підсилить їх взаємодію.

Електричне поле - використання для очистки електропереносу частинок солей; використання для миття ефекту Юткіна; оплавлення поверхні плазмовою горілкою; використання для миття електроактивованої води.

Задача 5.3. Робили спроби використовувати вольтову дугу для освітлення винахідники Європи, Америки, Росії. На протязі 30 років шукали надійний спосіб регулювання відстані між вугільними електродами, які горять в дуговій лампі. Необхідно було забезпечити постійний зазор між електродами до повного їхнього згоряння. Одна конструкція змінювала іншу. Було перепробувано сотні варіантів. Але всі ці пошуки нічого не дали. Пристрої виходили громіздкими і ненадійними. П.М.Яблочков бачив марність цих спроб. Його розв'язок був досить простим... Як розв'язати цю задачу?

Відповідь: Ідеальний регулятор - це регулятор, якого не існує, а функція його виконується. Система сама повинна забезпечити постійний зазор між електродами. П.М.Яблочков розмістив електроди паралельно. Тепер по мірі обгоряння відстань між ними залишалась незмінною. А щоб дуга не зіскакувала по корпусу вниз, Яблочков заповнив простір між ними керамічною речовиною, яка плавилась під час горіння дуги.

Задача 5.4. Яких тільки способів збирання винограду не придумали інженери - механічні ножі, вакуум-присоски, струмінь стисненого повітря, вібрацій. Але іспити в умовах реальних виноградників давали один і той же результат: механічні "збиральники" працювали наосліп - різали, давили і розплющували ягоди, листя і гілляки. Ці машини придатні тільки для збирання технічних сортів винограду. Яким має бути товарний вигляд у грон харчового винограду, всім відомо. Ручне збирання це забезпечує, але збирання врожаю розтягується на 30-40 днів., це недопустимо для такого ніжного продукту, як виноград. Потрібна ідея нового способу

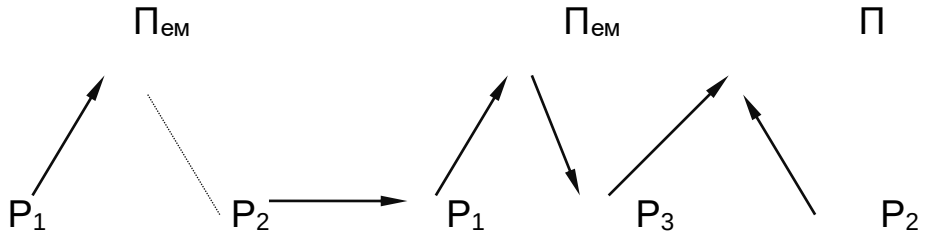
збирання винограду: їде, припустимо, машина між рядами, а грона самі падають на полотно конвеєра і подаються в кузов і ящики.

Уявіть собі виноградник. Рівні ряди підв'язаних до дротів лоз. Важкі спілі грона, прикриті листям, або вільні від нього. Між рядами їде машина, її "рука" - робочий орган - тільки навмання доторкується до всіх підряд грон (десь і через листок), і грона, миттєво відділившись від лози, падають, скочуючись похилим жолобом... Як зробити, щоб тільки плодоніжка рвалась (вибухала, випаровувалась і т.п.), а все решта не псувалось?

Відповідь: Через лозу пропускають електричний струм - для цього електрод у вигляді пластини торкається грона, інший електрод сковзається по дроту. Струм проходить через лозу, плодоніжку і гроно, але так як опір лози і спілого грона в багато разів менший , ніж тонкої волокнистої плодоніжки, то плодоніжка миттєво перегоряє, як під час короткого замикання. Машина являє собою трактор з невеликим генератором, якій виробляє струм 4-6 тис. Вольт. Так можна збирати огірки, баклажани та ін. (Новое в жизни, науке, технике: Серия "Техника".- 1985. - №12.-С.43-49)

Задача 5.5. Під час ремонту високовольтних (в багато тисяч вольт) установок і ліній електропередач, іноді виникають непередбачені ситуації, які мають важкі наслідки. Для прикладу, робітник-ремонтник при вмиканні струму (після усунення чергової несправності) забуває вдягнути гумові рукавиці, або інший робітник не бачить першого і вмикає струм і т.д. Необхідно запропонувати ефективний спосіб захисту від враження електричним струмом - такий, щоб навіть при бажанні робітник не зміг би доторкнутися до провідника, яким проходить струм. Потрібен новий принцип: струму немає - людина вільно працює, струм з'явився - руки людини відштовхує якась сила. Врахуйте, що більшість ЛЕП працюють на змінному струмі, тобто навколо провідника існує змінне магнітне поле.

Відповідь: Необхідно використати змінне електричне поле, яке існує.

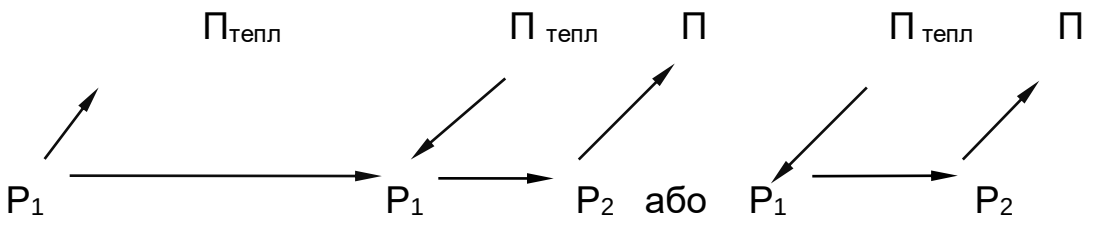


Воно не діє на людину, необхідно перетворити його в інше поле.($Р_1$ - провід, $П_{ем}$ - електромагнітне, $Р_2$ - людина

Необхідно ввести $Р_3$, яка б забезпечила перетворення $П_{ел}$ в поле, яке б діяло на людину. Ввести ферочастини (в крем для рук, в одяг, в браслет... - різке нагрівання в електромагнітному полі і людина забере руки. (В патенті НДР 105340 електромагнітна індукція створює звуковий сигнал).

Задача 5.6. Ажурні вежі ЛЕП стоять на міцних бетонних фундаментах. В свою чергу, фундамент має розміщуватись на міцних ґрунтах. На Півночі вибору немає, міцний ґрунт - це моноліт вічномерзлого ґрунту. Тільки невеликий шар розтає влітку. Нижче цієї глибини і встановлюють фундаменти. Але іноді (безпосередньо коли, невідомо) випадає особливо гаряче літо, тоді від прогрітого бетону ґрунт навколо фундаменту розтає і вежа похитнеться, а то і взагалі може впасти. Потрібен надійний і простий спосіб визначення глибини розтавання ґрунту, який би не вимагав участі людини. Пролетів вертоліт над трасою один раз - і все ясно; а ще краще, щоб у оператора на схемі засвічувалась лампочка, а це означає, що необхідно відправляти аварійну бригаду. Ваші пропозиції?

Відповідь: В системі маємо $Р_1$ - ґрунт (мерзлий, розталий) і $П_{тепл}$ - теплове поле, необхідно добудувати реполь до так званого вимірювального реполя:



тобто $Р_2$ - має відкликатися (видавати сигнал - поле П) на дію грунту, який відтанув($Р_1$), або напряму - на дію теплового поля ($П_{тепл}$).

Розглянемо обидва варіанти.

1) При розтаванні змінюються фізичні та механічні характеристики ґрунту: він розріджується, частинки не зв’язані між собою, з’являється вода, ґрунт стає провідником струму, змінюються його електричні властивості і т.д. Звідси і розв’язок: а)вода, яка з’являється, замикає контакти і спалахує лампочка або посилається радіосигнал; б) п’єзокристал, звільнюючись від льоду, змінює свою частоту коливань.

2)При прямому перетворенні теплового поля в сигнальне, необхідно використати фізичні ефекти: термомеханічні (біметал, нітінол), термоелектричний (поява термоЕРС), термомагнітний (перехід через точку Кюрі).

Задача 5.7. Однією з причин захворювання сільгосптварин є недостача або надлишок мікроелементів в ґрунтах пасовищ. До найбільш важливих елементів відносяться мідь і молібден. Тому їх необхідно додавати в добрива або поливну воду у суворо дозованих кількостях, причому в дуже невеликих. Але як це зробити? Промисловість поставляє мікроелементи у вигляді різнокаліберних гранул, які отримують на заводах шляхом перемелювання зливків міді та молібдену або їх сплавів. Рівномірно розмішати їх з добривом практично неможливо і немає гарантії, що рослини отримують потрібну дозу. Розтирати в пил гранули недоцільно із-за мізерності домішок, всеодно не вдасться їх змішати рівномірно. Таким чином механічне поле (для подрібнення) не годиться.

Магнітне? Але ці метали не магнітні... Необхідно поле, яке б відправляло мікрочастинки елементів в суворо заданому між ними співвідношенні (наприклад, в поливну воду).

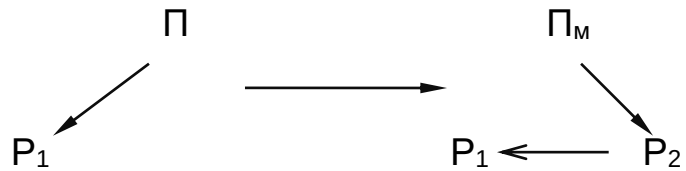
Відповідь: Поливну воду пропускають через електролізер, електроди якого зроблені із сплаву: 75% молібдену і 25% міді (оптимальне співвідношення цих мікроелементів для більшості ґрунтів нашої країни). Оскільки електроди створено із сплаву, в будь-якому їх поєднанні містяться названі мікроелементи в однаковій пропорції, і вода отримує суворо визначену їх кількість - дозування на атомарному рівні.

2.10.6. Електромагнітне поле

Задача 6.1. На заводі, де випускали сільгоспмашини, був невеликий полігон - ділянка землі, огороджена парканом. На полігоні випробовували нові конструкції машин: як вони рушають з місця , як розвертаються. І ось стало відомо, що найближчим часом заводу необхідно буде випускати машини для багатьох країн, причому кожній з цих країн потрібні машини, розраховані на різний ґрунт. Необхідно сто сорок полігонів. Як бути?

Відповідь: Один універсальний полігон може замінити сто сорок. Для цього необхідно...

Ми маємо речовину $Р_1$ - ґрунт. Необхідно навчитись управляти цією речовиною, використовуючи якесь поле. У фізиці відомо чотири: гравітаційне, електромагнітне, і два ядерних поля - так звані слабкі та сильні взаємодії.



В техніці використовують ще “теплове поле” і “механічне поле”. Проаналізувавши дію полів, ми бачимо, що ґрунт погано реагує на електромагнітне і ще гірше на механічне та теплове. Чітко видно фізичне

протиріччя. Поле П має діяти на речовину $Р_{1,}$ це вимагається за умовою задачі , бо поля, які є в нашому розпорядженні, погано керують властивостями речовини. Якщо не можна забезпечити пряму дію П на $Р_1$, то необхідно ввести ще одну речовину $Р_2$, яка добре реагує на дію того чи іншого поля

Необхідно добудувати реполь. Нехай ми введемо магнітне поле. Яким в цьому випадку має бути речовина $Р_2$? Відповідь очевидна: необхідно взяти феромагнітну речовину, яка легко перемішується з $Р_1$ Намагнічені частинки притягуються одна до одної. Чим сильніше магнітне поле, тим більші сили притягування. Суміш “ґрунт плюс феромагнітний порошок” в сильному магнітному полі може придбати властивості граніту, і може бути сипучим і рухомим, як пісок в пустелі.

Задача 6.2. На одному заводі часто виходила з ладу машина-атомат. Це була дуже хороша машина, але в ній постійно псувалась одна деталь - зігнута трубка, по якій стиснене повітря гнало потік маленьких сталевих кульок. Кульки били по стінці труби в місті повороту і відколювали шматочки металу. Вдарившись об стінку, кулька залишала ледь помітну подряпину, але за декілька годин кульки наскрізь пробивали товсту, міцну трубу.

Що можна запропонувати, щоб цього позбутися?

Відповідь: Необхідно зруйнувати шкідливий реполь, ввівши третю речовину. Для цього необхідно використовувати речовину, яка існує в системі. Це кульки. Необхідно поворот трубки покрити шаром кульок. Кулька, яка летить може вибити одну з них, але на її місті моментально з’явиться інша. Щоб цього досягти необхідно, на повороті трубки, з її зовнішньої сторони встановити магніти. Всередині до трубки відразу прилипне шар кульок.

Задача 6.3. Гарне видовище - покриті пухким снігом дроти ліній електропередач. Але у електриків ця картина не викликає захоплення.

Сніг розтає, перетворюється в лід. Шар льоду наростає, дроти розтягуються під його вагою і рвуться. Ситуація жахлива в своїх наслідках.

Як уникнути обледеніння і обриву проводів ?

Відповідь: Дано: дріт (речовина) і електричний струм (поле). Льоду на проводі не має бути. Необхідно добудувати реполь, ввівши третю речовину. Ця речовина під дією звичайного електричного струму має нагріватися і обігрівати дріт. Фізичне протиріччя: опір дроту ЛЕП має бути низьким, щоб струм потрапив до споживача, і має бути високим, щоб обігрівати дріт, захищаючи від обледеніння. Запропоновано через кожні п’ять метрів одягати на дріт кільце з фериту - феромагнітної речовини з високим електричним опором. Завдяки електромагнітній індукції в кільцях виникає струм, кільця швидко нагріваються і запобігають обледенінню дроту. Або: французькими вченими створено фарбу, яка вібрує при дії на неї слабким змінним струмом. Якщо покрити такою фарбою високочастотний провід, то назавжди зникне небезпека обледеніння.

Задача 6.4. В крупу іноді попадають лялечки і яйця шкідників. Природно, їх необхідно знешкодити до розфасовки крупи. Найкраще - нагріти до температури 65°С. Але вище 68-70° крупу нагрівати не можна. Забезпечити точну температуру при високій продуктивності немає змоги: товстий шар крупи на дечці не прогрівався, або підгорав, а засипати тонкий шар - це низька продуктивність установки. Пробували продувку гарячим повітрям, але крупа все одно псувалась через місцеве перегрівання. Потрібен надійний та високопродуктивний спосіб.

Відповідь: Протиріччя - крупа має оброблятися великими об’ємами (висока продуктивність) і одночасно малими (точність температурного режиму).

Абсолютну точність температурного режиму забезпечують феромагнітні дробинки, які змішуються з крупою і мають точку Кюрі 65°С.

Якщо такі дробинки попадуть в змінне магнітне поле, то вони, як і будь-які феромагнетики, нагріваються за рахунок індукції, але тільки до 65°С. При такій температурі вони перестануть нагріватися. Як тільки температура впаде трішечки нижче 65°С, вони знову самі включаться. Після обробки такі дробинки легко видалити - вони магнітні.

Задача 6.5. При реконструкції сірникової фабрики поставили високопродуктивне обладнання, яке давало можливість збільшити випуск продукції у два рази. Але все псувала заключна операція - складання сірників у коробки. Старі машини не справлялися з таким об'ємом, а подвоїти їхню кількість неможливо, немає вільних площ, тому їх прибрали взагалі. Крім того, вони були "сліпі" - складали в коробки брак (сірники без головок), помилялись у кількості сірників. Потрібен новий спосіб безпомилкової укладки сірників у мільйони коробочок. Як бути?

Відповідь: Протиріччя не видно, але задача є, і її можна розв'язувати.

Необхідно добудувати реполь. Підмішаємо в сірку невелику дозу



феропорошку. Таким чином, головку кожного сірника ми зробимо магнітною. Цього достатньо, щоб з великою швидкістю укладати сірники в магнітному полі (до магніту певної площі або потужності прилипає певна кількість сірників)

Задача 6.6. При будівництві нафто- та газопроводів необхідно швидко визначити якість зварних швів. Старий спосіб (рентгенівський контроль) вимагав добу на ланку труб довжиною 36м. А за добу часу встигають зварити сотні метрів. Нова компактна високопродуктивна установка була зручна в користуванні; необхідно притиснути до шва щуп

з кулькою на кінці і провести по всій його довжині, як кульковою ручкою по паперу. Проте безпомилкові покази будуть тільки тоді, коли кулька ні разу не відірветься від поверхні шва, тобто між кулькою і швом не буде прошарку повітря. Але ж поверхня шва нерівна. В закордонних установках для цього шов поливають водою - декілька літрів на один шов. В наших умовах це не підходить: установка стане громіздкою через бак з водою, крім того, вода зимою замерзає. Отже, рідина має бути, щоб забезпечити добрий контакт, і її не має бути, щоб не ускладнювати установку. Як бути?

Відповідь: Замість багатьох літрів води використовують чайну ложку магнітної рідини, вона буквально прилипає до кульки і котиться разом з нею по шву, не відриваючись.

Задача 6.7. За а.с.597387 запропоновано лижі з підігрівом для кращого натирання мастикою: один з внутрішніх шарів лиж виконано з скловолокна зі струмопровідним наповнювачем. Контакти підключають до мережі, швидко нагрівають лижі і намазують мастикою. Що поганого в системі? Можна недогріти , або перегріти. Кожна лижа повинна мати розетку, яку необхідно закривати від снігу кришкою (її легко загубити). Як бути?

Відповідь: У скловолокно необхідно ввести феропорошок з точкою Кюрі в потрібному інтервалі температур і нагрівати лижі у змінному магнітному полі.

Задача 6.8. Запропонуйте ідею простого приладу для прогнозування бур, ураганів, штормів.

Відповідь: Необхідно використати поле, яке виходить від джерела виникнення урагану. Аналог - реєстратор атмосферних електричних розрядів.

Задача 6.9. Сталеві троси, на яких опускається трал, називають леєрами. Вони мають сходити з лебідок синхронно, або як кажуть моряки,

стравлюватися на однакову довжину. Випередження будь-якого з леєрів викликає перекіс трала, а це викликає серйозні неприємності. Спосіб вимірювання довжини витравлених леєрів наступний. Біля лебідок стоять чергові і вимірюють, скільки метрів леєра вийшло в море. Добре, якщо погода спокійна, немає качки. І все одно помилку не виключено: сталеві леєри, працюючи в режимі великих навантажень, розтягуються. Як бути?

Відповідь: На тросах ставлять магнітні мітки, через рівні проміжки, блок зчитує їх, і на індикаторі з'являються цифри витравленої, або вибраної довжини леєра. Цей блок простіший за магнітофон і має такі ж магнітні головки.

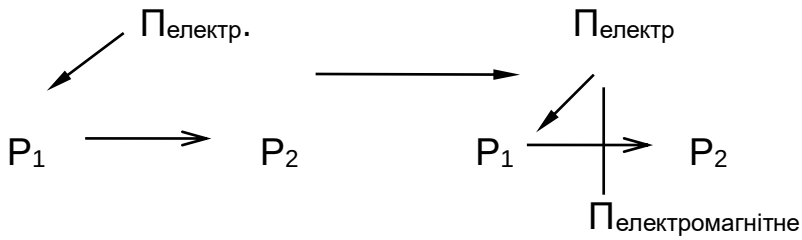
Задача 6.10. Під час другої світової війни гітлерівці використовували магнітні міни, які підривались при проходженні над ними корабля, корпус якого завжди був трохи намагніченим. Одну таку міну виловили, знешкодили і вивчили. Після чого вчені фізики під керівництвом І.В.Курчатова і О.П.Алєксандрова створили спеціальний прилад для розмагнічування кораблів. В цій роботі виникла проблема: як після розмагнічування надійно впевнитися, що розмагнічування проведено добре? На жаль, навіть найнадійніші пристрої не давали гарантії, що судно не постраждає. Як бути?

Відповідь: Сформулюємо протиріччя. Під кораблем має бути міна, щоб точно знати, що корабель розмагнічений, і не має бути міни, щоб не було ризику підірватися. Потрібна якась особлива міна. Саме та, яку знешкодили і вивчали наші моряки. При проходженні корабля над такою міною вона буде сигналізувати про те, розмагнічено корабель чи ні.

Задача 6.11. На початку 70-х років в нашій країні почали створюватись перші кольорові телевізори. Проблем, безумовно було багато, але мова піде про одне незрозуміле явище. Телевізор старанно настроювали, тобто зводили в одну точку три промені: "червоний", "зелений", "синій", так, щоб точка була білою. Телевізор міг дуже довго

працювати, настройка не збивалась. Але варто було виключити телевізор, а потім знову включити - на екрані замість білої точки, з'являлось три кольорові. При наступних виключеннях-включеннях точки знову переміщувались, хоч і залишались одна біля одної. Як це пояснити?

Відповідь: Використовуючи репольний аналіз ми маємо



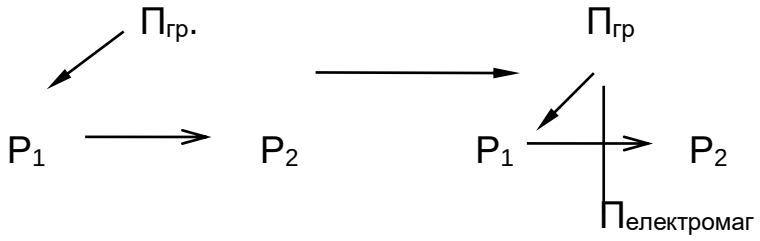
Перешкоди створюють електромагнітні фонові поля.

Задача 6.12. Чи можливо за допомогою хімічної реакції отримати магнітне поле?

Відповідь: Необхідно розглянути взаємозв'язок полів за ланцюжком: "механічне", "акустичне" "теплове", "хімічне", "електричне", "магнітне" (МАТХЕМ). З допомогою хімії легко отримати електричний струм, а де струм - там і магнітне поле.

Задача 6.13. Для отримання надчистих матеріалів, їх необхідно розплавити, але найменший дотик розплаву до стінки тигля повністю зіпсує його. Як бути?

Відповідь: P_1 - розплавлений метал, P_2 - стінки тигля. П - гравітаційне поле. Необхідно зруйнувати шкідливий реполь.



Крапля металу утримається в підвішеному стані за допомогою електромагнітного поля

Задача 6.14. Ви знаєте винахід О.А.Попова - перший радіоприймач і знаєте, що його серцем є когерер - скляна трубка з металевими ошурками, які злипаються і стають електропровідними під час проходження електромагнітної хвилі. Правда, мало хто знає, що відкрив це явище і винайшов когерер французький фізик Е.Бранлі. А де ще може бути використане це явище?

Відповідь: Ефект Бранлі дає можливість покращити електричний контакт у тих випадках, коли поверхні погано торкаються між собою, коли є найтонші шари окислів, які заважають контакту.

2.10.7. Електромагнітні явища. Електростатичні явища

Задача 7.1. Трансформатори деяких типів для зручності експлуатації закопують у землю. Але при цьому різко погіршується охолодження корпусу, трансформатор може перегоріти. Як бути?

Відповідь: Р1 - корпус трансформатора, Р2 - волога, яку необхідно “приманити”. Добудуємо реполь. Трансформатор оснащується невеликим випрямлячем, який споживає мало енергії, але створює постійний струм, за допомогою якого в свою чергу, волога збирається до корпусу.

Задача 7.2. Для дослідів і селекційної роботи вченим доводиться збирати пилок з квітів. Це досить трудомістка робота. Як її покращити?

Відповідь: Добудуємо реполь. P_1 - пилок. В пастці для збирання пилку він прилипає до зарядженого електрода. До речі, зовсім недавно, з’ясувалося, що такий самий ефект використовує бджола, яка заряджається під час польоту від тертя крил об повітря.

Задача 7.3. При переплетенні книг проводиться операція, яка називається “розпушка”: книгу затискають за корінець, а її листки “розкривають”, відділяючи один від одного. Як це зробити найпростішим способом?

Відповідь: Необхідно використати електростатичне поле, зарядивши

сторінки однойменним зарядом. Сторінки самі будуть відштовхуватись одна від одної.

Задача 7.4. На заводі отримували хімічний продукт, змішуючи дві рідини. Для покращання реакції рідини розпилювали за допомогою спеціальних пристроїв - форсунок і подавали в реактор назустріч одна одній. Реакція проходила добре, але був недолік: не всі краплини встигали прореагувати. Відбувалось і так, що зливались і краплі однієї і тієї ж рідини, що було недопустимо. Що необхідно робити?

Відповідь: Є дві речовини. Необхідно добудувати реполь, ввівши поле. Необхідно зарядити краплини різних рідин протилежними зарядами, тоді краплі однієї рідини будуть зливатися з іншою і відштовхуватимуться між собою.

Задача 7.5. З-під кожуха шліфувального верстата, який встановлено в приміщенні, вибивається найдрібніший пил. Частинки такі малі, що годинами висять у повітрі, дихати яким стає шкідливо для здоров'я. Ні один фільтр не утримує цей пил. Необхідно очистити повітря від цього пилу. Як це зробити?

Відповідь: Маємо речовину P_1 - пил. Необхідно добудувати реполь. Введемо речовину P_2 - стіну приміщення і поле - електростатичний заряд. Надавши різнойменні заряди стіні та пилу, ми отримаємо ефект осаду пилу на стіні.

Задача 7.6. В лабораторії збирали установку для вивчення руху крапельок рідини мінеральних добрив, які розпилялись з літака. В трубі мчався потік повітря, який ніс величезну кількість крапельок, але замовлений та встановлений розпилювач видавав тільки найменші крапельки. Між тим в ході дослідів виявилось, що необхідно вивчати рух і більших крапель.

Встановити декілька розпилювачів - довго і дорого: для двадцяти дослідів необхідно двадцять різних розпилювачів.

Відповідь: Один розпилювач буде працювати за всіх. Розміри крапель можна буде збільшити, якщо заряджати краплі статичним зарядом

Задача 7.7.

На заводі випускали ватяні ковдри. Останню операцію - чистку ковдри від вати - проводили вручну. Спроба механізувати цей трудоємний процес виявилась марною. На інших підприємствах це робили також вручну. Необхідно механізувати цей процес. Уявіть собі ковдру, пушинку вати на ній; як зробити так, щоб вона сама відлетіла від ковдри?

Відповідь: Необхідно використати електростатичні сили відштовхування. Ковдри обдувають потоком іонізованого повітря, на поверхню ковдри і на пушинку вати осідають заряди одного знака. Шматки вати відштовхуються та легко збираються пилосмоком.

Задача 7.8. При виготовленні пластмасових мікрокульок не всі з них виходять сферичної форми. Необхідно відокремити “правильні” кульки від несферичних частин. Установка по виробництву кульок має продуктивність до 10 тисяч кульок за годину. Тому і сортувальна машина має бути високопродуктивною. Пробували зсипати кульки на похилу поверхню - хороші повинні були б скочуватися, а погані - залишатися на місці. Хороша ідея, але продуктивність була низькою із-за малої ваги кульок (невелика швидкість скочування).Попробували вібрувати похилу поверхню. Не допомогло. Тоді для збільшення швидкості скочування запропонували зсипати кульки на диск, який обертався. Відцентрові сили мали різко прискорити процес розділення. Але тут наштовхнулись на технічне протиріччя: при високій швидкості обертання отримувалась необхідна продуктивність, але з диска злітали і несферичні частинки; при

зниженні швидкості обертання скочувались тільки кульки, але продуктивність була невисокою. Як бути?

Відповідь: (А.С.539517): “Пристрій для розділення сферичних і несферичних частин, до якого входить диск, встановлений з можливістю обертання навколо вертикальної осі, розташований над диском живлювач і скидач розміщені по периферії бункери, відрізняється тим, що з метою підвищення ефективності розділення, він має розташовані під диском щітки, які контактують з нижньою площиною диску. При цьому диск та щітки виготовлено з діелектричного матеріалу”. Вдалий розв’язок. Диск електризується, частинки “прилипають” до нього (некруглі залишаються на місці, а круглі скочуються під дією відцентрових сил). І ніяких додаткових джерел енергії.

2.10.8. Електромагнітне випромінювання

Задача 8.1. Для пожежних машин і машин швидкої допомоги, які поспішають на виклик, дорогою є кожна секунда. А якщо на світлофорі горить червоне світло? Тоді їм необхідно втрачати дорогоцінний час, або їхати напереріз машинам, створюючи небезпечну ситуацію. Як бути?

Відповідь: На таких машинах встановлюється додаткова фара, яка випромінює інфрачервоні промені. Детектор (приймач) на світлофорі, приймаючи сигнал від машини, вмикає зелене світло, або затримує його переключення, якщо воно уже горить, доки машина не мине перехрестя. Дальність дії фари 500 м.

Задача 8.2. Великі приміщення (ангари, склади і т.п.) немає сенсу опалювати зимою, так як до них рідко заходять люди, а деталям і машинам, які там зберігаються, холод не робить шкоди. Але іноді людям доводиться досить довго працювати в цих приміщеннях і при цьому виконувати дії, які вимагають точних та вірних рухів. Теплий одяг заважає, сковує рухи. Зняти його неможливо - холодно, працювати в ній незручно.

Відповідь: Давно виникла ідея постачати людині тепло за допомогою індивідуального підігрівача (спіраль, яка вшита в тонкий робочий одяг, це набагато вигідніше, ніж обігрівання всього приміщення. Але бути підключеним до джерела енергії, або носити його з собою дуже незручно. В ідеалі енергія має проходити до людини через повітря, без втрат на нагрів приміщення та інших предметів. Яке поле без втрат проходить через повітря? Електромагнітне - можна використовувати інфрачервоні промені (ІЧ-нагрівання), або радіохвилі надвисокої частоти (НВЧ-нагрів). Недавно в США проведено дослідження з обігрівання людини НВЧ-випромінюванням з довжиною хвилі 1 см: випромінювання поглинається молекулами води в підшкірних шарах і виникають теплові відчуття, такі ж самі, як зазвичай; для обігрівання квартири достатньо всього 60 Вт, тобто енергії, яку споживає одна електролампочка.

2.10.9. Акустичні явища

Задача 9.1. До елеватора під'їжджає машина з зерном. Необхідно дізнатися, чи не заражене воно шкідниками - зерноїдкою. Робота складна: лаборант бере сотню зернин, розкладає їх і уважно розглядає, чи немає в них маленьких черв'ячків, або слідів прогризених ними ходів. Як удосконалити перевірку?

Відповідь: Побудуємо реполь. P_1 - зерноїдка. Існує і якесь поле, характерне для неї. Але яке? Теплове? Ні, вона холоднокровна. Механічне? Акустичне? Точно, звукове! Зерноїдка гризе зерно і від цього має бути якийсь шум. Звук можна підсилити за допомогою мікрофона. Слід лише засунути його в бункер з зерном.

2.10.10. Світлові явища. Оптика

Задача 10.1. Необхідно було придумати систему вимірювання температури всередині цементної печі. Спочатку взяли звичайний оптичний пірометр - прилад, який дозволяє визначити температуру за кольором нагрітого тіла. Він має просту будову: спіраль нагрівають електричним струмом, наводять на вогонь, або нагріте тіло і з допомогою регулятора піднімають температуру, доки колір спіралі не зіллється з кольором тіла. Тоді температуру спіралі визначають за допомогою про градуйованого регулятора - вона дорівнює температурі в печі. Але цей спосіб недосконалий. Справа в тому, що прилад вимірює температуру полум'я газу, а потрібно було температуру шихти, - матеріалу, з якого отримується цемент, а вона завжди нижча. Можна скористатися спектрометром. Але спектр нагрітого твердого тіла суцільний, кольори плавно переходять один в один і визначаються температурою нагріву. Спектр газу - лінійчатий, між кольоровими смужками чорні. Залишається знайти спеціальний фільтр, який "виріже" ділянку суцільного спектру шихти в зоні, де немає лінії газу. Як, не використовуючи дорогий фільтр, виміряти температуру шихти?

Відповідь: Необхідно за допомогою призми розкласти світло - отримаємо різнокольорову смужку. А спектрометром необхідно дивитися в те місце, де немає смуг від спектру полум'я.

Задача 10.2. Лазерний скальпель, який на наших очах, здійснює революцію в стародавній майстерності хірургів, їм самим приносить не тільки радощі. Потужний інфрачервоний промінь, відбиваючись від блискучих поверхонь, найрізноманітнішого інструменту, спричиняє важкі опіки, навіть крізь одяг, а інколи запалює білизну, салфетки. Як бути?

Відповідь: Хорошої відповіді немає. Необхідно зруйнувати шкідливий реполь. Як? Зробити інструменти чорними? Тоді вони будуть поглинати

випромінювання без відображення, але будуть надмірно нагріватися. Розсіювати випромінювання? Фізики зупинились на такому рішенні: до поверхні інструмента приварюються корундові кульки 40-50 мкм - вони розсіюють промінь і не нагріваються.. Але це перетворює гладку поверхню на шершаву, яка легко забруднюється і погано відмивається...

2.11. Використання винахідницьких задач в позакласній та позаурочній роботі

Головним недоліком у вихованні творчої особистості є відсутність єдності мети і змісту, системи роботи та цілеспрямованості. В основному ця робота здійснюється на заключному етапі, в вузах, при підготовці інженерів. Майбутні ж інженери, робітники, техніки – нинішня учнівська молодь – випали з поля зору. Хоча ефективність закладки творчого потенціалу на даному етапі незрівнянно вища [38].

Традиційна гурткова робота здійснюється переважно в позашкільних закладах, в навчальних закладах вона тримається виключно на ентузіастах.

Навіть там, де працюють гуртки технічного спрямування, не секрет, що мета їхньої роботи – навчити дітей вчорашнім, в кращому випадку – сьогоднішнім, простим робітничим операціям. Моделювання відомих конструкцій, копіювання “дорослої” техніки, оволодіння найпростішими прийомами обробки матеріалів. Це дає звичайно немалу користь для формування суспільно корисної особистості. Але “робити руками” – всього лише одна, причому заключна стадія будь-якої справи. А суспільству не досить лише трудівників, воно вимагає творчих особистостей. Будь-якій справі передує нова ідея. Результат всякого починання цілком залежить від того, наскільки вдалий перший крок – аналіз напрямку розвитку даної системи, вибір задачі, визначення

протиріч, пошук ідеї розв'язку. Надії на час і досвід – це не що інше, як метод спроб і помилок. Для виховання високого рівня творчої діяльності існують спеціальні заняття.

Ряд учнівських гуртків, учнівських Бюро винахідників та раціоналізаторів працюють успішно. Але на сьогоднішній день відсутня

система навчання учнів методам пошуку нових технічних розв'язків та основам патентної грамотності.

Існуюча програма факультативу [183] – недосконала, відстала за змістом. Програма для гуртків технічної творчості [182] не спрацьовує через відсутність відповідних знань у керівників гуртків. Можна було б успішно використовувати методичний посібник [233], посібники [217, 140] – відповідно допрацювавши, але їхній тираж мізерний. Посібник для педвузів та педучилищ [235] при хорошому змістові не дає потрібного ефекту через брак часу на навчання студентів. Крім того, недостатньо кадрів, які могли б підготувати студентів на належному рівні, в результаті чого курс перетворюється на другорядний, де студентів здебільшого навчають лише загальним основам гурткової роботи.

Незважаючи на спроби МОіН України, ентузіастів з різних МНТЦ, Центрів НТТУМ, станцій юних техніків, відсутнє головне – система в підготовці кадрів. Для усунення цього недоліку потрібно:

1. Створити систему підготовки та перепідготовки кадрів:

для вузів;

в педвузах – з числа студентів;

в ОІППО та позашкільних установах – вчителів, керівників гуртків.

2. Апробувати та видати відповідні навчальні програми, в тому числі для учнів.

3. Забезпечити необхідною літературою та наочними посібниками (існуючий на сьогодні досить широкий перелік літератури достатній для

початку роботи, але виданий в обмеженій кількості).

Пропонується три варіанти навчання учнів основам ТРВЗ.

ПРИМІРНА ПРОГРАМА

вивчення учнями основ теорії розв'язування винахідницьких задач

№ п № п/п	Тема	Кількість годин		
		факульт.	шк.гурт.	Гуртки позашк. установ
	2	3	4	5
I рік навчання				
1.	Вступ у винахідництво. Роль винаходів. Рівні винаходів. Учнівські винаходи. Джерела винахідницьких задач. Метод спроб і помилок.	2	4 /1/	4 /2/
2.	Психологічна інерція в технічній творчості та шляхи її подолання.	2 /1/	4 /2/	4 /2/
3.	Методи активізації творчої діяльності. Розвиток творчої уяви (РТУ). Асоціації та асоціативне мислення. Мозковий штурм. Пошук та розв'язування задач.	3 /2/	6 /4/	12 /8/
4.	Методи систематичного перебору. Метод фокальних об'єктів (МФО). Аналогія. Морфологічний аналіз. Пошук та розв'язування задач.	4 /3/	8 /6/	18 /14/
5.	Алгоритм розв'язування винахідницьких задач. Поняття ТС, ЗРТС, АП, ТП, ФП, ІКР. Застосування типових прийомів розв'язування задач.	6 /4/	12 /8/	30 /20/
6.	Рацпропозиція. Основні відомості. Правила оформлення та порядок впровадження. Практична робота по			

	оформленню заявки на рацпропозицію.	4 /3/	8 /6/	16 /12/
7.	Винаходи. Основні поняття. Міжнародна класифікація. Проведення патентного пошуку. Правила складання заявки на винахід. Опис та формула винаходу. Виявлення аналогу та прототипу. Робота з патентною бібліотекою.	8 /4/	16 /10/	32/20
8.	Індивідуальна творча робота. Вибір задачі, формулювання. Розв'язування різними методами. Захист.	5 /5/	10 /10/	28/28
	В С Ь О Г О:	34 /22/	68 /47/	144/106
	2	3	4	5
	II рік навчання			
1.	Вступне заняття. Узагальнення знань, набутих за I рік навчання (ТС, ЗРТС, ТП, ФП, типові прийоми, АРВЗ тощо).	7 /4/	10 /8/	12 /8/
2.	Рацпропозиція та винахід. Порядок та правила оформлення заявки. Патентний пошук. Формула винаходу.	10 /8/	24 /18/	27/20
3.	Теорія розв'язування винахідницьких задач. Репольний аналіз. Стандарти розв'язування технічних задач. АРВЗ-85В.	10 /6/	20 /14/	60 /40/
4.	Поняття про ФВА (функціонально-вартісний аналіз).	2 /1/	4 /2/	12 /8/
5.	Методи пошуку нових технічних розв'язків та ЕОМ. Штучний інтелект.	2	4	18
6.	Індивідуальна творча робота.	3 /3/	6 /6/	60/60
7.	Життєва стратегія творчої особистості.	-	-	27
	В С Ь О Г О:	34 /22/	68 /48/	316 /136/

1. Шкільний факультатив

Програма розрахована на три роки для учнів 9-11 класів. Переваги даної форми: організаційна визначеність: час, місце, тривалість заняття, постійний склад учасників.

Недолік (суттєвий): на факультатив відводиться мало часу – одногодинне заняття щотижня, або двогодинне – раз на два тижні, великі перерви між заняттями.

2. Гурток

При перерозподілі часу на вивчення окремих тем для доступності викладу теми та засвоєння знань програма може бути поширена на учнів більш раннього віку.

Переваги: відводиться більше часу: шкільний гурток – 2 години, позашкільний - 4-6 годин в тиждень.

Недолік: змінність складу членів гуртка, особливо першого року навчання. Наповнення гуртка “сторонніми” учнями, які не володіють початковими знаннями і навичками курсу, змушує їх залишити через деякий час заняття або потребує досить великих затрат на індивідуальну роботу по “вирівнюванню” знань.

3. Поєднання факультативної та гурткової форм роботи.

Така структура дозволяє уникнути вищевказаних недоліків.

Перевага: поєднання теорії (факультатив) з формуванням практичних, в т.ч. конструкторських навичок (гурток). Гурток може бути не обов’язково “ТРВЗ-ський”: гуртки промислового конструювання, конструювання малогабаритної техніки тощо, але обов’язково – з вивченням основ ТРВЗ.

За будь-якою з програм учень послідовно проходить кілька рівнів оволодіння теорією. Важливо слідкувати за тим, яким рівнем оволодів учень і своєчасно допомогти йому перейти на наступний.

Можна умовно виділити такі рівні:

1. Засвоєння зразків розумових дій викладача при розборі

навчальних задач (викладач – єдиний носій інформації).

2. Перші спроби самостійного застосування набутих знань в новій ситуації (спільне з викладачем використання рекомендацій теорії).

3. Розв'язування нових задач (в т.ч. простих виробничих) з самостійним використанням записів попередніх розв'язків, вказівника ефектів, таблиці та альбому типових прийомів та інших довідникових матеріалів та додаткової літератури).

(Роль викладача – консультант).

4. Самостійне розв'язування задач, сформульованих разом з викладачем (частина задач – виробничі). Аргументація розв'язків в дискусії, аналіз помилок, осмислення прихованої (неявної) інформації з теорії.

(Роль викладача – підтримка і стимулювання будь-яких проявів самостійності мислення: критика своїх і чужих робіт, суперечки про хід розв'язування з викладачем тощо).

5. Вміння бачити нові задачі в навколишній реальності, пошук їх розв'язків, висунення "фантастичних" ідей.

6. Поступовий перехід до творчого стилю життя: перенесення сформованих прийомів мислення на нетехнічні задачі, формування вміння не просто розв'язувати чергову задачу, а вибирати більш глибоку стратегічну мету.

7. Розвиток дослідницьких навичок: вміння збирати, опрацьовувати інформацію, виявляти закономірності, висувати гіпотези, робити власні відкриття.

Для "шкільного" курсу навчання ТРВЗ цілком посильні перші три-чотири рівні.

Розпочинати заняття слід з критики методу спроб і помилок (МСіП), і надалі, протягом курсу постійно розкривати недоліки МСіП, примітивність

несистемного і недіалектичного мислення (зокрема, намагання невиправдано застосовувати роботи і ЕОМ). Другий напрямок – протиріччя – всюди: в техніці, науці, суспільстві тощо. Третій – закони розвитку ТС в напрямку ІКР. Четвертий – роль уяви, постійне підкреслення оригінальності розв'язків (особливо учнівських).

Для проведення навчального процесу викладачу курсу мінімально потрібно:

1.Література (навчальна, науково-популярна, технічна).

2. Набір наочних посібників.

3. Журнали "Изобретатель и рационализатор" тощо.

4. Копії авторських свідоцтв (можна рекомендувати а.с. №№222676, 266853, 418220, 1044815, 1044985, 1243690, 1151743, 1172461 і т.п.).

5. Комплекти креслярських приладів для учнів (бажано).

6. Графопроектор (бажано).

При навчанні слід використовувати систему плакатів. Оскільки на сьогодні єдиними масовими друкованими плакатами є "Комплект наочних матеріалів з основ винахідництва" /М.,1990/, які є свого роду рідкістю, то доцільно виготовити саморобні плакати (зразками можуть бути плакати і зарисовки з рекомендованої літератури: [4,76,35,36,60,78] і ін. Плакати, якщо це можливо, повинні постійно висіти в приміщенні для занять, але час від часу рекомендуємо змінювати місце їх розташування. Плакати повинні бути яскравими за формою, з гумором, добре запам'ятовуватись.

З роздаткових матеріалів доцільно мати вказівники ефектів, альбом прийомів, схематичне зображення формул репольного аналізу, зразок запису розв'язку за АРВЗ тощо.

Рекомендується також завести картотеку навчальних задач за темами і розділами. На кожне заняття корисно мати запас задач, особливо з РТУ, які даються як на початку заняття – для "настроювання"

– початкового подолання ПІ, так і ходу заняття – для зняття втоми, подолання ПІ, “зациклювання” при розв’язуванні задач.

Необхідно мати також тематичні збірники задач виробничого характеру місцевих підприємств.

Заняття можна проводити за схемою:

1. Активізація учнів (1-2 задачі на РТУ, ІКР).

2. Виклад теми (уникайте монологів. Краще евристика – “першовідкриття”, в крайньому разі – діалог).

3. Розв’язування задач (в ході викладу матеріалу).

4. Самостійне розв’язування задач (колективне та індивідуальне).

5. Аналіз розв’язків.

6. Підсумок заняття (обов’язково!).

При факультативній формі, в зв’язку з недостатньою кількістю часу, рекомендовано давати домашні завдання. Тоді наступне заняття слід розпочати з аналізу виконання домашнього завдання (після активізації учнів).

Перша задача (особливо з “красивим” розв’язком) створює нову ПІ: знайдений розв’язок намагаються застосовувати до всіх наступних задач. Тому слід попередити учнів про дану ПІ та дати на початку 3-4 задачі з різними відповідями. На початку слід використовувати задачі в цікавій формі. Задачі даються на використання пройденого матеріалу і повинні розв’язуватись засвоєними інструментами ТРВЗ. Лише іноді доцільні винятки: для створення проблемної ситуації до вивчення розділу дати нерозв’язну задачу, яка легко розв’язується після засвоєння нового розділу, а також для тренування (як у спортсменів при піднятті непосильної ваги). При цьому рішуче відкидати спроби вгадування відповіді. Простий прийом боротьби з вгадуванням при розв’язанні: після викладення умови задачі організувати МШ, дати висловитись всім і записати всі пропозиції. В процесі розв’язування категорично відкидати

спроби використання МСіП. Варто давати задачі, завідома не розв'язувані МСіП. На певному етапі навчання обов'язково з'являються "всезнайки", які на будь-яку задачу дають десяток розв'язків – своєрідної суміші ТРВЗ і МСіП. Метод лікування "всезнайок" простий – дати важку задачу з вимогою розв'язання, максимального наближення до ІКР. На випадок швидкого розв'язання або відгадування розв'язку задачі в резерві завжди повинні бути 2-3 задачі. На наступний рік доцільно обновити хоча б третину задач: використані в попередньому році швидко "розсекречуються" серед учнів.

Щодо письмових робіт гуртківців, то на перших 5-8 заняттях не слід давати жодних письмових домашніх завдань, оскільки саме в цей час іде максимальний відсів учнів. Наступні 3-5 занять – виконання письмових домашніх завдань за бажанням. На всіх подальших – обов'язкова здача письмових завдань, які на наступному занятті аналізуються. Поіменно слід назвати авторів хороших робіт, помилки і невдалі розв'язки критикуються без вказання авторів. Оцінок в балах варто уникати. Практикувати взаєморецензування робіт перед здачею викладачу.

Заняття потрібно проводити в цікавій, динамічній формі, з залученням учнів до обговорення різних питань, що виникають. Більш сильних учнів довантажувати додатковими завданнями. На кожному занятті повинна бути своя "знахідка" – це може бути дотепна задача, елемент курсу РТУ, елемент біографії творчої особистості, участь учнів під час відображення ММЧ в задачі тощо.

Процес засвоєння знань не повинен бути догматичним, слід відмічати факти, які не вкладаються в теорію, наголошувати на незавершеності ТРВЗ.

Доцільно залучати учнів до невеликих виступів (розповідь про задачу, ефект тощо).

Однією з задач навчання основам ТРВЗ є розвиток вміння

знаходити і формулювати задачі з повсякденного життя, побуту тощо.

Рекомендуємо завести картотеку таких задач та їх розв’язків.

Варто видавати гурткову газету, наприклад “Думки вголос”. Це може бути листок ватману, на якому кожен учень в будь-який момент може в довільній формі записати найнесподіваніші думки, що з’явились. Це сприяє “взаємоіндукції” творчої думки дітей.

Не менш важливою є пропаганда роботи гуртка, факультативу. Слід залучати учнів - не членів гуртка, до розв’язування задач (турніри, вікторини тощо).

РОЗДІЛ 3. ПЕДАГОГІЧНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ

З метою пошуку відповідей на поставлені в дисертації питання, підтвердження або спростування висунутої гіпотези, було проведено педагогічний експеримент.

3.1. Пошуковий експеримент

Пошуковий експеримент проводився в 1992-1995 роках в Рівненських середніх школах №21, № 10 та № 6 (вчителі фізики — Я.Грифко, дисертант та Ю.Галатюк).

На даному етапі дослідження було здійснено аналіз сучасного рівня і якості знань учнів з фізики при використанні в процесі навчання звичайних текстових задач, приведених в підручниках та збірниках задач.

Накопичення фактичного матеріалу для наступного аналізу та оцінки результатів експерименту здійснювалось шляхом особистого спостереження за процесом навчання в курсі фізики, вивчення досвіду роботи інших вчителів фізики, аналізу науково-методичної літератури. Поряд зі спостереженням використовувались і інші методи отримання інформації, в т.ч. бесіди та анкетування.

В ході пошукового експерименту було виявлено слабкі сторони такого важливого методу вивчення фізики як розв'язування задач, котрі негативно відображаються на результативності навчання, зокрема на рівні і якості знань учнів з фізики.

З метою отримання об'єктивних даних відносно ефективності розв'язування навчальних задач як методу навчання фізиці 273 учні 9-11 класів було анкетовано (анонімно).

За результатами анкетування можна зробити висновок про те, що в процесі вивчення курсу фізики винахідницькі задачі практично не застосовуються.

Процес розв'язування навчальних фізичних задач подобається лише 17,3% школярів, 42,1% учнів вважають розв'язування задач необхідним і корисним для вивчення фізики. Разом з тим, 87% опитаних розв'язують задачі формально - шляхом підстановки у відповідну формулу приведених в умові даних.

В результаті анкетування виявлено, зокрема, що учні слабо ознайомлені з методами досліджень, які застосовуються в фізиці та практичним зв'язком фізики як науки з виробництвом та побутом, хоча в процесі постановки і розв'язування фізичних задач такі приклади представлені досить широко, але як щось другорядне, як "фон" для постановки текстових задач. Лише 9,3% анкетованих задовільно відповіли на дані питання анкети.

Привертає увагу той факт, що хоча 37,5% опитаних школярів відповіли, що займаються в технічних гуртках, але ніхто не відмітив застосування набутих знань на гуртках в процесі вивчення фізики і навпаки.

При цьому 32,4% учнів цікавляться фізикою як навчальним предметом і 21,2% бачать використання знань з курсу фізики в подальшому навчанні і роботі.

На цьому ж етапі дослідження було знайдено шляхи підвищення ефективності розв'язування задач як методу навчання фізиці, за рахунок впровадження творчих, і в першу чергу, — винахідницьких задач.

На цій підставі було сформульовано гіпотезу, згідно з якою широке застосування в процесі вивчення курсу фізики винахідницьких задач дозволить підвищити рівень і якість знань учнів з даного предмета.

Основні результати пошукового експерименту викладено в першому розділі дисертації.

3.2. Констатуючий експеримент

Даний етап педагогічного експерименту проводився в 1995-1997 роках в Рівненських середніх школах №21, №6 , гімназії №1 м. Рівного (вчителі фізики — Я.Грифко, О.Желюк, Ю.Галатюк і автор даного дослідження), Кухотсько-Вільської середньої школи Зарічненского району (вчитель фізики А.Сидунець), технічній школі Центру науково-технічної творчості учнівської молоді м. Рівного /викладач-дисертант/.

На даному етапі було здійснено аналіз наявних в навчальній і методичній літературі винахідницьких задач, в результаті чого було зроблено оцінку їх дидактичних можливостей. Так, було встановлено, що в якості винахідницьких можна використати, після певного доопрацювання, деякі текстові задачі, що є в звичайних збірниках [7,22,51,53,60,75,77,84,92,102,106 тощо].

Разом з тим складались нові навчальні винахідницькі задачі, розроблялись наочні посібники, які зразу ж апробувались в навчальному процесі в названих вище загальноосвітніх закладах.

В рівненських середніх школах №21, №6 та технічній школі Центру науково-технічної творчості учнівської молоді в ході експерименту увага зверталась не лише на дидактичні можливості нових задач, але й на реальні затрати часу на їх поставку і розв'язування, що в значній мірі визначає придатність задач для широкого застосування в навчальному процесі.

Про хід застосування винахідницьких задач в курсі фізики, про найцікавіші задачі, результати пошуку шляхів розширення їх дидактичних функцій, зокрема про можливість створення і вирішення винахідницьких ситуацій, що веде до формування стійкого пізнавального інтересу та, в кінцевому результаті, до підвищення рівня і якості знань учнів, робились повідомлення на обласному та республіканському семінарі з питань

впровадження ТРВЗ — теорії розв'язування винахідницьких задач. Зміст цих повідомлень було позитивно оцінено учасниками семінарів: вченими-методистами, викладачами фізики і методики її навчання, передовими вчителями, працівниками обласної ради ТВР /Товариства винахідників та раціоналізаторів/.

На даному етапі в 1997 році в Рівненській середній школі №21 проводився попередній навчальний експеримент з наступною математичною обробкою його результатів.

В даному експерименті були задіяні учні двох восьмих класів. В одному з них /експериментальному/ протягом півріччя в процесі вивчення курсу фізики широко застосовувались винахідницькі задачі. В іншому /контрольному/ використовувались звичайні текстові задачі.

Результати навчання оцінювались на основі порівняння досягнутих рівнів засвоєння навчального матеріалу, вивчення якого передбачено програмою з фізики для восьмих класів.

Для отримання кількісних даних при завершенні попереднього навчального експерименту учням обох класів було запропоновано контрольну роботу з завданнями, що відповідали трьом різним рівням засвоєння матеріалу [66, с.189].

Перше завдання - це найпростіша задача, розв'язок якої міг свідчити лише про знання учнями фактичного матеріалу /перший рівень засвоєння знань/.

Друге завдання передбачало перевірку вміння застосовувати учнями засвоєні знання в знайомій ситуації /другий рівень засвоєння знань/. В ньому містилась задача середньої складності, аналогічна тим, які розв'язувались раніше.

Наступне завдання, виконання якого дозволяло зробити висновок про засвоєння навчального матеріалу на найвищому — третьому рівні, становило задачу, в умові якої описувалась незнайома учням ситуація.

Задачі були дібрані таким чином, що розв'язування кожної наступної вимагало знань, які використовувались при розв'язуванні попередньої. Кожна наступна задача не могла бути розв’язана, якщо не була розв’язана попередня. Таким чином, кількість розв'язаних учнями задач можна співвіднести з відповідним рівнем засвоєння навчального матеріалу.

Нами було прийняте до уваги те, що при перевірці вмінь застосовувати знання, є можливість виявити і основні їх якості. Перший рівень засвоєння знань здатний забезпечити їх повноту і глибину. Другий рівень, удосконалюючи перераховані якості, формує міцність і, в деякій мірі, усвідомлюваність. Третій рівень засвоєння знань, удосконалюючи всі якості, є незамінним для надання знанням гнучкості.[125, с.41].

Підбірка учнів, що виконували роботу, випадкова та незалежна. Кожний учень міг потрапити в будь-яку з чотирьох категорій властивостей, що вимірювалися, які визначалися результатами контрольних завдань. Перша категорія – це учні, які не справились з завданням, друга, третя і четверта категорії відповідають I, II, III рівням засвоєння знань з фізики.

Це припущення дозволяє для порівняння результатів виконання контрольних робіт використати критерій χ^2

В зв'язку з невеликим числом категорій /чотири/ шкали виміру, скористаємось двостороннім критерієм χ^2, пристосованим до тих ситуацій, коли отримані в ході експерименту дані записані у вигляді таблиці 2 x C, де C — кількість категорій, тобто таблиця має вигляд 2x4.

Результати виконання контрольних завдань обох вибірок запишемо в формі названої вище таблиці 2x4 /табл. 3.1./.

Таблиця 3.1.

Результати виконання контрольних завдань учнями 8-х класів Рівненської середньої школи № 21

Вибірки	Не справились із завданням	I рівень	II рівень	III рівень
$n_e=29$	$Q_{11}=1$	$Q_{12}=10$	$Q_{13}=6$	$Q_{14}=12$
$n_k=29$	$Q_{21}=4$	$Q_{22}=11$	$Q_{23}=11$	$Q_{24}=3$

На основі даних таблиці 3.1. перевіряємо нульову гіпотезу: нема суттєвих відмінностей між результатами виконання контрольних завдань учнів експериментальних і контрольних класів.

Для перевірки нульової гіпотези підраховуємо статистичне значення за формулою: $$T=\frac{1}{n_1 n_2}\sum_{i=1}^{c}\frac{\left(n_1 Q_{2i}-n_2 Q_{1i}\right)^2}{Q_{1i}+Q_{2i}} \qquad (3.1.)$$

де Q_{1i} та Q_{2i} відповідають кількості учнів експериментальних і контрольних класів, яких можна віднести за результатами виконання контрольних робіт до 1-ї, 2-ї, 3-ї, 4-ї категорії, а і набуває значень від 1 до 4 відповідно до категорії.

Враховуючи, що число категорій С=4, формула прийме остаточний вигляд: $$T=\frac{1}{n_1 n_2}\sum_{i=1}^{4}\frac{\left(n_1 Q_{2i}-n_2 Q_{1i}\right)^2}{Q_{1i}+Q_{2i}} \qquad (3.2.)$$

Підставивши отримані в ході експерименту дані в формулу, отримаємо значення статистики Т=8,718.

Згідно з таблицею F [57, с.130] для рівня значимості α = 0,05 і числа степенів свободи $\nu=C-1=4-1=3$ критичне значення статистики критерію $\chi_{1-\alpha}=7{,}815$.

Порівнявши його з отриманим: 8,718>7,815, маємо: $T_{спостер.} > T_{критичн.}$

У відповідності з правом прийняття рішення [57, с.102] нульову гіпотезу можна відхилити при рівні достовірності більше 95%. Отже, приймається альтернативна гіпотеза, згідно з якою широке застосування в процесі вивчення курсу фізики винахідницьких задач сприяє підвищенню рівня і якості знань учнів з даного предмета.

В ході констатуючого експерименту нами фіксувався підвищений інтерес учнів до винахідницьких задач. Причому, якщо на початковому етапі цей інтерес був неусвідомлений — учням просто подобався відхід від традиційних задач на проведення обчислень, то в ході розширення експерименту в більшості учнів виникало бажання розв'язувати більше винахідницьких задач. При цьому нами відзначено, що такий інтерес виявили і учні з досить слабкими знаннями з фізики, в яких цей підсвідомий вияв інтересу викликав зацікавленість фізикою як навчальним предметом.

3.3. Формуючий експеримент

В 1997-1999 роках в Рівненських загальноосвітніх школах І-Ш ступенів №21 /вчителі фізики Я.Грифко і дисертант/, природничому і педагогічному ліцеях /вчителі фізики І.Петренчук, О.Желюк/, технічній школі міського Центру науково-технічної творчості учнівської молоді /викладач-дисертант/, Кухотсько-Вільської загальноосвітньої школи І-Ш ступенів Зарічненського району /вчитель фізики А.Сидунець/ проводився формуючий експеримент.

Для проведення формуючого експерименту було вибрано школи і класи, найбільш представницькі для масової практики навчання. Вчителі, котрі брали участь в формуючому експерименті, мають різний педагогічний стаж і досвід роботи.

Рівень і якість знань учнів з фізики в контрольних класах на початок даного етапу педагогічного експерименту не відрізняється від рівня і

якості знань учнів тих класів, які методом випадкового вибору було обрано в якості експериментальних. Не спостерігалось в цьому плані і суттєвих відмінностей між міськими та сільськими учнями.

Експеримент проводився в природних умовах. Вивчення курсу фізики в експериментальних класах здійснювалась з широким застосуванням винахідницьких задач. В контрольних же класах використовувались традиційні текстові задачі.

Для організації процесу навчання в експериментальних класах вчителі використовували основні положення методичних рекомендацій, автором яких є дисертант [35-39]. Разом з тим, автор дослідження мав можливість систематично інструктувати цих вчителів, надавати їм необхідну методичну допомогу в питаннях постановки і розв'язування винахідницьких задач на різних етапах і типах уроків, а також на заняттях гуртків і факультативів.

Протягом всього формуючого експерименту вчителями здійснювалось спостереження за навчально-виховним процесом з фізики, аналізувались усні відповіді учнів та їх письмові роботи. При цьому зверталась увага на діяльність учнів на уроках, заняттях гуртків, факультативів.

Якісний аналіз результатів формуючого експерименту дозволяє зробити висновок про те, що в експериментальних класах спостерігалось значне підвищення активності навчально-пізнавальної діяльності учнів. Вони проявляли інтерес до навчального матеріалу, про що свідчили: відповідна осмисленість питань до вчителів і товаришів, звертання до додаткової літератури тощо.

Розв'язування задач учнями експериментальних класів супроводжувалось аналізом описаних в їх умовах фізичних явищ і процесів, що також свідчить про достатньо глибокі і осмислені їх знання.

Більш високим виявився і рівень сформованих у цих учнів дослідницьких, зокрема винахідницьких, вмінь і навичок. Вони навчились самостійно добирати оптимальні варіанти розв'язування винахідницьких ситуацій.

Суттєві відмінності спостерігались і в розвитку творчих здібностей учнів експериментальних та контрольних класів, в їх бажанні і готовності займатись технічною творчістю. Учнями експериментальних класів були розроблені, вдосконалені і виготовлені багато пристроїв і обладнання. Характеристики частини цього обладнання представлено в даному дослідженні.

Деякі розробки учнів експонувались на внутрішкільних, районних, обласних та всеукраїнських виставках технічної творчості (Додаток Г).

Так, Губеня Олександр, член гуртка автоматики Рівненської облСЮТ, зайняв перше місце на Республіканському конкурсі, за розробку та виготовлення приладу для перевірки силових транзисторних ключів(1989р.).

Фейштер Радіон, член команди Рівненської області, зайняв перше місце у секції конструювання електрообчислювальних машин на Республіканських змаганнях юних винахідників та раціоналізаторів (1991р.).

Дячук Юрій, член гуртка автоматики Рівненської облСЮТ, учасник Республіканського конкурсу на кращий винахід року, за розробку та виготовлення блоку світлових ефектів “Ефект-256”, нагороджено почесною грамотою Товариства винахідників і раціоналізаторів України (1990р.).

Кручок Юрій, член гуртка автоматики Рівненської облСЮТ нагороджений за третє місце на Республіканському конкурсітехнічної творчості(1988р).

Гончаров Олександр, член гуртка мікроелектроніки Рівненської облСЮТ нагороджений за друге місце у Республіканській виставці технічної творчості учнів (1990).

В процесі роботи гуртківцями Української лабораторії ТРВЗ налагоджено випуск друкованого періодичного видання “Наш журнал”. Це унікальний журнал , авторами та редакторами якого є самі учні.

На завершення формуючого експерименту учням експериментальних і контрольних класів було запропоновано контрольні роботи, складені таким же чином, як і ті контрольні роботи, що застосовувались для оцінки результатів попереднього навчального експерименту /див. розділ 3.2./.

В зв’язку з тим, що шкала вимірювань має всього лише чотири категорії, для визначення статистичної значимості відмінностей між результатами виконання контрольних робіт учнями експериментальних і контрольних класів скористаємось двостороннім критерієм χ^2, пристосованим для тих випадків, коли експериментальні дані записані в формі таблиці 2 x C, де C=4.

Результати виконання контрольних робіт визначалися на основі п’ятибальної шкали оцінювання. Для порівняння підсумків експериментального навчання використовувалися середні арифметичні кількості балів, одержані учнями за виконання контрольних робіт. Вони розраховувалися за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=2} i\, n_i}{\sum_{i=2} n_i}$$

де i – кількість балів за виконання контрольної роботи;

n_i - кількість контрольних робіт, оцінених i балами.

При обчисленні $\bar{x}$ ми користувалися даними, отриманими в ході констатуючого експерименту.

Таблицю виконаємо в такому вигляді, щоб окремо були експериментальні і контрольні вибірки восьмих, дев'ятих, десятих і одинадцятих класів /див. табл.3.2./

Таблиця 3.2.

Результати виконання контрольних завдань учнями 8-х, 9-х, 10-х, 11-х класів

Вибірки	Не справились з завданнями	І рівень	ІІ рівень	ІІІ рівень
Восьмі класи				
$n_e = 170$	$Q_{11} = 28$	$Q_{12} = 55$	$Q_{13} = 62$	$Q_{14} = 25$
$n_k = 168$	$Q_{21} = 41$	$Q_{22} = 60$	$Q_{23} = 49$	$Q_{24} = 18$
	$x(E) = 3.40$		$x(K) = 3.25$	
Дев'яті класи				
$n_e = 172$	$Q_{11} = 25$	$Q_{12} = 56$	$Q_{13} = 63$	$Q_{14} = 28$
$n_k = 170$	$Q_{21} = 42$	$Q_{22} = 61$	$Q_{23} = 49$	$Q_{24} = 18$
	$x(E) = 3.54$		$x(K) = 3.26$	
Десяті класи				
$n_e = 171$	$Q_{11} = 24$	$Q_{12} = 51$	$Q_{13} = 70$	$Q_{14} = 26$

$n_k = 16$	$Q_{21} = 40$	$Q_{22} = 58$	$Q_{23} = 52$	$Q_{24} = 19$

$x(E) = 3.58$ $x(K) = 3.30$

Одинадцяті класи

$n_e = 17$	$Q_{11} = 22$	$Q_{12} = 52$	$Q_{13} = 62$	$Q_{14} = 38$
$n_k = 17$	$Q_{21} = 38$	$Q_{22} = 52$	$Q_{23} = 53$	$Q_{24} = 29$

$x(E) = 3.67$ $x(K) = 3.27$

На основі даних таблиці 3.2. перевіряємо нульову гіпотезу: немає суттєвих відмінностей між результатами виконання контрольних завдань учнями експериментальних і контрольних класів.

Значення статистики, за якими можна перевірити нульову гіпотезу, підраховуємо за вже застосовуваною формулою /див. розділ 3.2./ для восьмих, дев'ятих, десятих та одинадцятих класів окремо.

Згідно з таблицею F [57, с.130] для рівня значимості α=0,05 і числа степенів свободи $V = C - 1 = 3$, критичне значення статистичного критерію T: $\chi_{1-\alpha} = 7,81$.

Наші розрахунки свідчать, що для всіх класів $T_{спостер.} > T_{крит.}$

У відповідності до правила прийняття рішення [59, с.102], нульову гіпотезу відхиляємо на рівні достовірності понад 95% і приймаємо альтернативну гіпотезу, згідно з якою широке застосування в процесі вивчення курсу фізики винахідницьких задач сприяє підвищенню рівня і якості знань учнів з даного предмета.

Результати педагогічного експерименту дають можливість провести порівняльний аналіз ефективності експериментальної і традиційної методик навчання.

Дані показують, що результати виконання контрольних робіт в експериментальних класах мають тенденцію перевищувати відповідні результати у контрольних класах.

Виявлене підвищення якості й рівня знань школярів експериментальних класів ми пояснюємо доступністю і достатньою ефективністю розробленої методичної системи. Аналіз даних, отриманих у ході пробного етапу педагогічного експерименту, дозволив розкрити загальну тенденцію її впливу на протікання і результативність навчально-пізнавальної діяльності школярів та розвиток їх творчих здібностей.

Встановлено, що запропонований шлях реалізації потенційних можливостей включення винахідницьких задач, що утворюють систему й спрямовані на розвиток творчих здібностй учнів, є продуктивним.

Вищезазначене дає можливість зробити такі узагальнення:

1. Складені автором даного дослідження винахідницькі задачі та розроблені для їх застосування методичні рекомендації можуть бути успішно застосовані вчителями на різних типах і етапах уроків, а також на заняттях гуртків і факультативів.

2. Широке застосування винахідницьких задач дозволяє зробити процес вивчення курсу фізики більш цікавим і доступним, сприяє формуванню винахідницьких і дослідницьких умінь та навичок, позитивно впливає на розвиток творчих здібностей учнів, включає їх в конструкторську, раціоналізаторську та винахідницьку діяльність.

Все це в кінцевому результаті суттєвим чином впливає на рівень і якість знань учнів з фізики.

ВИСНОВКИ

Вивчення наукової і методичної літератури, аналіз прогресивного досвіду роботи вчителів фізики та власний досвід роботи дисертанта дозволили сформулювати наукову гіпотезу, згідно з якою широке застосування в процесі вивчення фізики винахідницьких задач сприяє підвищенню рівня і якості знань учнів з даного предмета.

В ході подальших досліджень, які завершились проведенням педагогічного експерименту, дана гіпотеза знайшла своє підтвердження.

На основі аналізу результатів проведеного дослідження можна зробити висновок про те, що підвищення рівня і якості знань учнів відбувається за рахунок того, що використання винахідницьких задач дозволяє активізувати навчально-пізнавальну діяльність школярів і зробити процес вивчення фізики більш доступним та цікавим. Останнє в значній мірі позитивно впливає на формування мотивів їх навчально-пізнавальної діяльності.

Неможливість формального підходу в розв'язуванні винахідницьких задач робить процес пізнання значно глибшим і осмисленішим, що також сприяє підвищенню рівня і якості знань учнів.

Особливе значення має те, що розв’язують винахідницьку задачу учні згідно з індивідуально складеним планом. В окремих випадках учні самостійно виготовляють або беруть участь у виготовленні конструкторського зразка пристрою, системи чи їх елементів. Все це позитивно впливає на формування експериментальних та конструкторських вмінь і навичок школярів. Творча діяльність учнів в свою чергу стимулює засвоєння ними знань на більш високому рівні.

Є всі підстави стверджувати, що дидактичні можливості винахідницьких задач значно ширші порівняно з описаними в методичній літературі. Працюючи з конкретними технічними об'єктами та системами,

учні пропонують можливі шляхи їх вдосконалення, а в окремих випадках розробляють і принципово нові прилади і пристрої, що сприяє розвитку раціоналізаторських, винахідницьких та конструкторських здібностей.

Нами підтверджено також можливість і доцільність використання завдань на складання винахідницьких задач. Висока ефективність таких завдань зумовлює ріст розумової активності учнів, оскільки процес складання задачі передбачає володіння моделлю її розв’язку.

Розробка нових технічних об’єктів і систем та створення на їх базі, в свою чергу, нових винахідницьких задач в значній мірі усуває проблему "тематичної обмеженості" останніх, про що пише С.Мошков.

Внаслідок проведеного дослідження намітились такі шляхи вдосконалення методики застосування винахідницьких задач в курсі фізики:

1. Винахідницькі задачі повинні застосовуватись в поєднанні з іншими типами задач. Вибір навчальних задач повинен визначатись їх дидактичними можливостями і дидактичними цілями уроку, заняття гуртка чи факультативу.

Кожна конкретна задача повинна бути складовою частиною певної системи задач.

2. Рекомендовані для вдосконалення технічні об’єкти і системи повинні бути по можливості прості, доступні для розумінь їх структури та функціонального призначення. В ході розв'язування винахідницьких задач, пов’язаних з вказаними технічними системами, з’являється можливість не лише їх вдосконалення, але й створення принципово нових аж до конструкторського впровадження ідей. Це сприяє реальному виходу на раціоналізаторську та винахідницьку діяльність.

Конструкторське завершення розв'язку можливе на занятті технічних гуртків та уроках праці в шкільних майстернях.

3. Кількість винахідницьких задач можна збільшити шляхом доопрацювання звичайних текстових задач. Для цього необхідно виключити з тексту умови будь-які фізичні величини, залишивши "дещо", його функціональне призначення та технічне протиріччя, яке необхідно усунути в процесі розв'язування задачі.

4. Особливий інтерес в учнів викликають винахідницькі задачі побутового характеру. Дидактична цінність їх полягає в тому, що розв’язання таких задач деформалізує навчальний процес, стверджує зв’язок теорії з практикою, сприяє формуванню цілісного уявлення про наукову картину світу, органічному впровадженню інтегрованих курсів та між предметних зв’язків (додаток Д).

5. Необхідно залучати учнів до створення і постановки самостійних винахідницьких задач. Це сприяє не лише росту активності розумової діяльності, але й розширенню можливостей знаходження нетривіальних розв'язків у різних сферах життя, тобто сприяє формуванню життєвої стратегії творчої особистості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аванесов Ю.Г. Модели и моделирование на первой ступени обучения физике // Физика в школе. - 1989. - № 5. - С.32.

2. Автоматизация поискового конструирования: Искусственный интеллект в машинном проектировании / А.И.Половинкин, Н.К.Бобков, Т. Я. Буш и др./ Под ред. А.И.Половинкина. - М.: Радио и связь,1981. - 334 с.

3. Альтов Г. С. И тут появился изобретатель. - М. :Дет. лит., 1984.- 126с.

4. Альтов Г.С. И тут появился изобретатель. - 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Детская литература, 1989. - 141 с.

5. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. - М.: Моск.рабочий, 1973. - 296с.

6. Альтшуллер Г.С. Найти идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. - Новосибирск: Наука, 1986. – 209с.

7. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Советское радио, 1979. - 175 с.

8. Альтшуллер Г.С. Физэффекты - инструмент технического творчества // Техника и наука. - 1981. - № 1. - С.17-19.

9. Альтшуллер Г.С. Формулы талантливого мышления. Прелюдия теории // Техника и наука. - 1979. - № 3. - С.29-31.

10. Амнуэль П… Научная фантастика нужна инженерам // Техника и наука. - 1981. - № 8. - С.24-25.

11. Амонашвили Ш. А. Как живете дети?: Пособие для учителя. - М.: Просвещение, 1986. -176 с.

12. Андрєєв О.А., Андрєєва М.М. Розвиток творчої уяви. Методичні рекомендації . - Рівне, УЛП ТРВЗ,1998. – 44с.

13. Аристова Л.П. Активность учения школьников. - М.: Просвещение, 1968. - 138 с.

14. Артемьева Т.И. Методологический аспект проблемы способностей. - М.: Наука, 1977. - 183 с.

15. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе. - М.: Просвещение, 1985.- 208с.

16. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения. - М.: Педагогика, 1977. - 254 с.

17. Безденежных Е.А., Брикман И.С. Физика в живой природе и медицине. - К.: Рад. шк., 1979. - 202 с.

18. Богданов К.Ю. Физик в гостях у биолога. - М. Наука, 1986. – 144 с.

19. Богоявленская Д.Б. Пути к творчеству. - М.: Знание, 1981. – 96 с.

20. Богоявленский Д.Н., Менчинская Н. А. Психология усвоения знаний в школе. - М.: Издательство АПН РСФСР,1959. - 348 с.

21. Бойко Н.П. Развитие технического творчества учащихся в учебно-воспитательном процессе по физике в средней школе: Автореф. дис. ...канд. пед. наук. - Киев, 1986. - 16 с.

22. Бондарь В.А. и др. Задачи по физике с техническим содержанием: Кн. для учителя / Бондарь В.А., Кульбицкий Д.И., Яковенко В.А. - Мн.: Нар. асвета, 1986. - 167 с.

23. Брунер Дж. Процесс обучения / Под ред. А.Р.Лурия. - М.: Издательство АПН РСФСР , 1962. - 84 с.

24. Брунер Дж. Психология познания. - М.: Прогресс, 1977. - 412 с.

25. Брушлинский А.В. Психология мышления и кибернетика.- М.: Мысль, 1970. - 191 с.

26. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе: Теорет. основы: Учебное пособие для студентов пед. ин-тов по физ.-мат. спец. - М.: Просвещение,1981. - 288 с.

27. Бугаев А.И., Самсонова Г.В. Повышать эффективность обучения физике // Радянська школа. - 1987. - №8. - С.36-38.

28. Буздин А.И., Зильберман А.Р., Кротов С.С. Раз задача, два задача ...- М.: Наука, 1990. - 240 с.

29. Вакс И.З. О некоторых нестандартных экспериментальных задачах для 7 класса //Физика в школе.- 1977.-№2.- С.39-40.

30. Варикаш В.М. Кимбар Б.А., Варикаш И.М. Физика в живой природе: Кн.для учащихся / 2-е изд., доп. - Мн.: Нар.асвета, 1984.- 127 с.

31. Вахтомин Н.К. Практика. Мышление. Знание: К проблеме творческого мышления. - М.: Наука, 1978. - 112 с.

32. Введение в научное исследование по педагогике: Учеб. пособие для студентов пед. институтов (Ю.К.Бабанский, В.И.Журавлев, В.К.Розов и др.) Под ред. В.И.Журавлева. – М.: Просвещение, 1988. - 239 с.

33. Вертгеймер М. Продуктивное мышление / Пер. с англ. **-** М**.:** Прогресс, 1987. - 336 с.

34. Віднічук М.А. Психологічна інерція в технічній творчості та шляхи її подолання. Методичні рекомендації. - Рівне: БНТ, 1990. –8с.

35. Віднічук М.А. Пошук нових технічних розв’язків на основі усунення протиріч в технічних задачах. Методичний посібник. - Рівне, 1996. –25с.

36. Віднічук М.А. Застосування основних прийомів усунення технічних протиріч до розв’язання винахідницьких задач. - Рівне,1997. 63с.

37. Віднічук М.А. Стати винахідником. Організаційні основи навчання. - Рівне: БНТ, 1998. –16с.

38. Віднічук М.А. Методика розвитку творчої особистості в позаурочній, позакласній і позашкільній роботі в курсах фізики. // Фізика та астрономія в школі. №4, 2001р. С.20-23

39. Віднічук М.А. Застосування теорії розв’язування винахідницьких задач – один із шляхів гуманізації шкільного курсу фізики. Матеріали

науково-практичної конференції “Взаємообумовленість творчої роботи педагога та особистісного росту учня”. – Рівне, 1997. –С.51-53.

40. Внеурочная работа по физике /О.Ф.Кабардин, Э.М.Браверман, Г.Р.Глущенко и др. / Под ред. О.Ф.Кабардина. - М.: Просвещение, 1983. – 223с.

41. Войцеховский Б.Т. Развитие творчества учащихся при конструировании. – М.: Учпедгиз,1962. – 156 с.

42. Воловик П.Н. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці. – Київ: Рад.школа, 1969. –223 с.

43. Володарский В.Е. О классификации учебных задач по физике // Физика в школе. - 1979. - № 4. - С.66-67.

44. Володарский В.Е. Повышение педагогического качества задач // Физика в школе. - 1983. - №2. - С.45-47.

45. Вольтштейн С.Л. и др. Методы физической науки в школе. Пособие для учителя /С.Л.Вольштейн, С.В.Почайский, В.В.Усанов/ Под ред. С.Л.Вольштейна –Мн.: Нар. освета, 1988. –144с.

46. Выготский Л.С. Избранные психологические исследования. Мышление и речь. Проблемы психологического развития ребенка. - М.: Изд-во АПН РСФСР, 1956. - 519 с.

47. Выготский Л.С. Собрание сочинений: В 6т. - Т. 2.: Проблемы общей психологии / Под ред. В.В.Давыдова. – М.: Педагогика, 1982. – 504 с.

48. Гальперин П.Я. Развитие исследований по формированию умственных действий. – В кн. : Психологическая наука в СССР. М.: 1959, Т.1, 599 с.

49. Гласс Дж., Стэнли Дж. Статистические методы в педагогике и психологии. - М.: Прогресс, 1976. - 495 с.

50. Гнедина Т.Е. Физика и творчество в твоей профессии. - М.: Просвещение, 1988. - 159 с.

51. Гольдфарб Н.И. Сборник вопросов и задач по физике: - 5-е изд. - М.: Высш.школа, 1982. - 351 с.

52. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы: Кн. для учителя. –М.: Просвещение, 1987. –127 с.

53. Гончаренко С.У., Корженевич Е.Л. Задачи для физических олимпиад: 2-е изд., перераб. и доп. - К:. Рад.шк., 1975.- 167 с.

54. Горев Л. А. Занимательные опыты по физике в 6-7 классах средней школы. Кн. для учителя - 2-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1985. -. 175 с.

55. Горин Ю.В. Корона - инструмент рабочий. В кн. : Дерзкие формулы творчества /Сост. А.Б.Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с.

56. Горин Ю.В. Тонуть или не тонуть. В кн.: : Дерзкие формулы творчества /Сост. А.Б.Селюцкий. – Петрозаводск: Карелия, 1987. – 269 с.

57. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. –М.: Педагогика, 1977. – 136 с.

58. Григорьев Г.П. Резервы человеческой психики: Введение в психологию активности. – М. Политиздат, 1987. – 286 с.

59. Гулиа Н.В. В поисках “энергетической капсулы”: Научно-художественная литература. – М.: Дет.лит., 1986. – 143 с.

60. Давиден А.А.. Изобретательские задачи в школьном курсе физики. – Чернигов, 1996. –96с.

61. Давиден А.А. Учебные задания, максимально приближенные к жизненным ситуациям // Физика в школе. – 1990. - №3. – С.31-33.

62. Давидьон А.А. Експериментальні задачі як засіб активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів в процесі навчання фізиці: Тез. доп. // Республіканский семінар актуальних питань методики викладання фізики. – Луцьк, 1989. – 74 с.

63. Давыдов В.В. Проблемы развивающего обучения: Опыт теоретического и экспериментального психологического исследования.- М.: Педагогика, 1986. – 240 с.

64. Дариус Дж. Недоступное глазу: Пер. с англ. / Предисловие Чибисова К.В. – М.: Мир, 1986. - 249 с.

65. Дидактика средней школы: Некоторые проблемы современ. дидактики /Под ред. М.Н.Скаткина. – М.: Просвещение, 1982. – 319 с.

66. Дидактические основы методов обучения . – М.: Педагогика, 1981. – 186 с.

67. Добиваться высокой эффективности каждого урока // Физика в школе. –1985. - №5. – С. 3-7.

68. Дробат А.С. О вступительных экзаменах по физике в институт // Физика в школе. 1982. - №2. – С.83.

69. Елькин В.И. Игра в детектив как вид внеклассных занятий // Физика в школе. - 1990. - № 4. - С.66-67.

70. Журнал ТРИЗ. 1.1.90. - Обнинск, 1990. 96с.

71. Журнал ТРИЗ. 2.1.91. - Обнинск, 1991. 96с.

72. Завьялов К.Д. О заданиях творческого характера // Физика в школе. - 1979. - № 1. - С.25-26.

73. Запорожец А. В. Избранные психологические труды: В 2т. - М.: Педагогика, 1986. - Т.1. - 316 с.

74. Зверева Н.М. Активизация мышления учащихся на уроках физики: Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1980. –112 с.

75. Зибер В.А. Задачи - опыты по физике: Пособие для учителей физики средней школы. –Ленинград: Учпедгиз, 1955. –188 с.

76. Злотин Б.М., Зусман А.В. Изобретатель пришел на урок. - Кишинев: Лумина, 1990, 272с.

77. Іваненко А.Ф., Махлай В.Ф., Богатирьов О.І. Експериментальні і якісні задачі з фізіки: Посіб. для вчителів. – Київ: Рад.школа, 1987. – 144с.

78. Иванов Г. ... И начинайте изобретать. - Иркутск, 1987. – 240 с.

79. Иванова Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики: Пособ. для учителей. – М.: Просвещение, 1983. –160 с.

80. Иванова Л.А., Устинова А.А. Ознакомление школьников с элементами экспериментального метода научного исследования // Физика в школе. – 1974. - №1. – С.48-53.

81. Ивашкин В.С. Ориентировочная основа поисковой деятельности при творческом решении задач по техническому конструированию // Ученые записки Владимирского пед.ин-та. Вып.2. - 1969. - С.44-51.

82. Ильченко В.Р. Перекрестки физики, химии и биологии. - М.: Просвещение, 1986. - 174 с.

83. Кабанова-Меллер Е.Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственное развитие учащихся. - М.: Просвещение. 1968. - 288с.

84. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Международные физические олимпиады школьников / Под ред. В.Г.Разумовского. – М.: Наука, 1985. – 160 с.

85. Кабардин О.Ф. и др. Факультативный курс физики: 8 кл. Учебн.пособие для учащихся /О.Ф. Кабардин, В.А.Орлов, А.В.Пономарева. – 3-е изд. перераб. – М.: Просвещение, 1985. – 208 с.

86. Казаков А.И. Некоторые проблемы организации творческой деятельности учащихся. В кн.: Преподавание физики в школе. Вып.6. – Киев: Рад. школа, 1969, - С.10-14.

87. Как стать еретиком /Сост.А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1991. - 365 с.

88. Калапуша Л.Р. Моделювання у вивченні фізики. К..: Рад. шк., 1982. - 157 с.

89. Калмыкова З.И. Психологические принципы развивающего обучения. –М.: Знание, 1979. – 48 с.

90. Каменецкий С.Е., Солодухин Н.А. Модели и аналогии в курсе физики средней школы. - М.: Просвещение, 1982. - 96 с.

91. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе: Кн. для учителя. – 3-е изд., переработанное – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.

92. Капица П.Л. Физические задачи. – М.: Знание, 1972. – 48 с.

93. Карпова Р.Н. Развитие познавательной активности учащихся при изучении физики // Физика в школе. – 1984. - №5. – С.42-43.

94. Карповцев В. Д., Гришечко Н.Н., Теплицкий А..Х. Решение изобретательских задач методом аналогии // Физика в школе. - 1983. - № 5. - С.78-79.

95. Касянова Г.В. Система фізичних задач для розвитку творчих здібностей учнів: Автореферат канд.дисертації. - К.., 1995. – 18 с.

96. Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики. - 2-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1988. - 159 с.

97. Кац Ц.Б. Решение задач по физике живой природы // Физика в школе. - 1975. - № 6. - С.81-82.

98. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования / Под ред. М.Н.Скаткина, В.В.Краевского. – М.: Педагогика, 1978. – 208 с.

99. Клевченя М.С. Обучение и умственное развитие школьников. В кн.: Актуальные проблемы возрастной и педагогической психологии / Под ред. Ф.И.Иващенко, Я.Л.Коломинского. – Мн.: Выш.школа, 1980. – С.24-44.

100. Клинберг Л. Проблемы теории обучения: Пер. с нем. – М.: Педагогика, 1984. – 256 с.

101. Коваленко А.Б. Психологія розуміння творчих задач. - К.: Либідь, 1994. - 116 с.

102. Коган Б.Ю. Сто задач по физике. - 2-е изд., перераб. - М.: Наука, 1986. - 64 с.

103. Концепція фізичної освіти у середній загальноосвітній школі України / Укл. О.І.Бугайов. - Київ: ІСДО, 1993. - 20 с.

104. Коршак Е.В. Использование дидактических и раздаточных материалов для организации самостоятельной работы учащихся // Физика в школе. – 1973. - №3. – С.57-59.

105. Коршак Є.В., Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту. Практикум: Навч. посібн. для пед. інститутів. – Київ: Вища школа, 1981. – 280 с.

106. Коршак Є.В., Гончаренко С.У., Коршак Н.М. Методика розв’язування задач з фізики. Практикум. – К.: Вища школа, 1976. – 240 с.

107. Костюк Г.С. О психологии понимания. / Избранные психологические труды. – М.: Педагогика, 1988. – 304 с.

108. Кравец С.В. Основы технического творчества в строительном и мелиоративном машиностроении. - Киев: УМК ВО, 1990. – 132 с.

109. Краевский В.В. Методологическая рефлексия // Советская педагогика. – 1989. - №2. – С.72-79.

110. Краткий психологический словарь / Сост. Л.А.Карпенко. - М.: Политиздат, 1985. - 431 с.

111. Крег Д., Крачфилд Р., Ливсон Н. Факторы, определяющие решение задач. – В кн.: Хрестоматия по общей психологии. Психология мышления / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.В.Петухова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – С.289-297.

112. Крутецкий В.А. Основы педагогической психологии. – М.: Просвещение, 1972. – 255 с.

113. Крутецкий В.А. Психология обучения и воспитания школьников. – М.: Просвещение, 1976. – 303 с.

114. Кудрявцев Т.В. Внедрение принципа проблемности в обучение. М.: Высш. школа, 1968. - 65 с.

115. Кудрявцев Т.В. Психология творческого мышления. - М.: Педагогика, 1975. - 304 с.

116. Кулюткин Ю.Н. Эвристические методы в структуре решений.- М.: Педагогика, 1970. - 232 с.

117. Кулюткин Ю.Н., Сухобская Г.С. Развитие творческого мышления школьников. - Л., 1967. - 38 с.

118. Кыверялг А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике. – Таллин: Валгус, 1980. – 334 с.

119. Лазарева Н.А. Активизация учащихся при решении экспериментальных задач и выполнении лабораторных работ по новой програме в VII классе // Физика в школе. – 1970. – С.51-54.

120. Ланге В.Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку: Учебное руководство. – М.: Наука, 1985. – 128 с.

121. Ланге В.Н. Физические парадоксы и софизмы. - 3-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1978. - 176 с.

122. Ланина И.Я. Не уроком единым. Развитие интереса к физике. - М.: Просвещение, 1991. - 223 с.

123. Ланина И.Я. Формирование познавательных интересов учащихся на уроках физики: Кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1985. - 128 с.

124. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. – 4-е изд. –М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 584 с.

125. Лернер И.Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? –М.: Знание , 1978. – 48 с.

126. Лернер И.Я. Условия эффективности // Учительская газета, 1986, 18 янв.

127. Лук А.Н. Психология творчества. – М.: Наука, 1978. – 127 с.

128. Лукашик В.И. Физическая олимпиада в 6-7 классах средней школы: Пособие для учащихся. –2-е изд., перераб. и дополнен. – М.: Просвещение, 1987. – 192 с.

129. Лукашик В.И.,Чепцов А.А. О составлении физических задач // Физика в школе. – 1978. - №2. – С. 45-48.

130. Люблинская А.А. Учебная деятельность подростка. В кн.: В мире подростка / Под ред. А.А.Бодалева. – М.: Медицина, 1982. – С.176-184.

131. Максименко С.Д. Роль понимания в процессе решения творческих задач. - К..: О-во "Знание", 1977. - 19 с.

132. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе : Из опыта работы. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1980. – 127с.

133. Малафеев Р.И. Творческие задания по физике в 6-7 классах. - М.: Просвещение, 1971. - 88 с.

134. Малафеев Р.И., Самыгина Е.Ф. Развитие творческих способностей учащихся. - Челябинск: Южно-Уральское книжное изд-во, 1966. – 51 с.

135. Маркова А.К. Психология обучения подростка. – М.: Знание, 1975. – 64 с.

136. Маркова А.К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте: Пособие для учителя. – М.: Просвещение, 1983. – 96 с.

137. Матюшкин А.М. Теоретические вопросы проблемного обучения. В кн. : Хрестоматия по возрастной и педагогической психологии. Работы советских психологов периода 1946-1980 гг. /Под ред. И.И.Ильясова, В.Я.Ляудис. – М.: Издательство Моск. ун-та., 1981. – С. 274-279.

138. Махмутов М.И. Организация проблемного обучения в школе: Кн. для учителей. – М.: Просвещение, 1977. –240 с.

139. Махмутов М.И. Теория и практика проблемного обучения. – Казань, 1972. – 551 с.

140. Машбиц Е.И. Психологические основы управления учебной деятельностью. – Киев: Вища школа, 1987. – 224 с.

141. Меерович М.И. Формулы теории невероятности. - Одесса: Полис, 1993. – 232 с.

142. Методика обучения физике в школах СССР и ГДР. /Под ред. В.Г.Зубова, В.Г.Разумовского, М.Вюншмана, К.Либерса. – Москва – Берлин: Просвещение: Фольк унд виссен, 1978. – 223 с.

143. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Ч.1. / Под ред. В.П.Орехова, А.В.Усовой. - М.: Просвещение, 1980. - 320 с.

144. Моляко В.А. Психология творческой деятельности. - К..: О-во "Знание", 1978. - 47 с.

145. Момот Л.Л. Проблемно-пошукові методи навчання в школі. - К.: Рад.шк., 1984. - 63 с.

146. Мощанский В.Н. Формирование мировоззрения учащихся при изучении физики. – 3-е изд., перераб. И доп. – М.: Просвещение, 1989. – 192 с.

147. Мукушев В.А. Задачи с природоохранительным содержанием // Физика в школе. - 1984. - № 5. - С.74.

148. Нестеренко Ф.П. Решение задач по физике - К.: Рад.шк., 1984. - 111 с.

149. Низамов М.М. Задачи по физике с техническим содержанием. 2-е изд., перераб. - М.: Просвещение, 1980. - 96 с.

150. Нить в лабиринте: Сборник / Сост.А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1988. - 275 с.

151. Новак О.Ф. Збірник теоретичних задач і вправ з фізики. - К.: Рад.шк., 1989. - 189 с.

152. Нормурадов О. Задачи с биофизическим содержанием // Физика в школе. - 1982. - № 5. - С.85-86.

153. Общая психология: Учебник для студентов пед. ин-тов / Под ред. А.В.Петровского. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1977. – 479 с.

154. Общая психология: Учебное пособие для студ-ов пед. ин-тов / В.В.Богословский, А.А.Степанов, А.Д.Виноградова и др. / Под ред. В.В.Богословского – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1981. – 383 с.

155. Онищук В.А. Типы, структура и методика урока в школе. – Киев: Рад. школа, 1976. – 184 с.

156. Осадчук Л.А. Методика преподавания физики. – Киев-Одесса: Выща школа, 1984. – 352 с.

157. Основы методики преподавания физики в средней школе / В.Г.Разумовский, А.Н.Бугаев, Ю.Н.Дик и др. / Под ред. А.В.Перышкина и др. - М.: Просвещение, 1984. - 398 с.

158. Основы методики преподавания физики. Общие вопросы / Под ред. Л.И.Резникова, А.В.Перышкина, П.А.Знаменского. – М.: Просвещение. 1965. –374 с.

159. Павленко А.И. Составление учащимися задач как средство изучения физики: Автореферат дис. …канд.пед. наук. – Киев, 1986.– 18 с.

160. Павленко А.М., Сергеев А.В. Физические задачи, составленные по материалам открытий // Физика в школе. - 1984. - № 2. - С.77-79.

161. Педагогика: Учебное пособие для студентов пед. институтов / Под ред. Ю.К.Бабанского. – М.: Просвещение, 1983. – 608 с.

162. Педагогическая энциклопедия. Т. 2. /Гл. ред. И.А.Каиров. – М.: Сов. энциклопедия, 1965. – 910 с.

163. Петровский А.В. Популярные беседы по психологии. – М.: Педагогика, 1977. – 208 с.

164. Пидкасистый П.Н. Воспроизводящая и творческая самостоятельная деятельность учащихся /Советская педагогика, - 1969. – С. 60-69.

165. Пидкасистый П.Н. Самостоятельная деятельность учащихся / Дидактический анализ процесса и структуры воспроизведения творчества. - М.: Педагогика, 1972. - 184 с.

166. Пигоров Г.С., Таран Ю.К., Бельгольский Б.И. Интенсификация инженерного творчества. - М.: Профиздат, 1989. – 192 с.

167. Пирятынская С.Ф., Иванов Г.И., Киселев Л.М.. Методы поиска новых технических решений. - К.: УкрНИИНТИ, 1988. – 89 с.

168. Платонов К. К. Структура и развитие личности. - М.: Наука, 1986. - 255 с.

169. Подойницын В.Х. Инструменты для творчества // Техника и наука. - 1979. - № 10. - С.25-26.

170. Позойский С.В., Дубанович Т.С. Задачи, отражающие содежание фундаментальных физических экспериментов // Физика в школе. - 1979. - № 5. - С.78-80.

171. Пойа Д. Как решать задачу. - М.: Учпедгиз, 1959. - 207 с.

172. Пойа Д. Математическое открытие . 2-е изд. М.: Наука, 1976. – 448 с.

173. Покровский С. Ф. Наблюдай и исследуй сам. - М.: Просвещение, 1966. - 144 с.

174. Покровский С. Ф. Опыты и наблюдения в домашних заданиях по физике. - М.: Издательство АПН РСФСР, 1963. - 415 с.

175. Политехническое образование и профориентация учащихся в процессе преподавания физики в средней школе / А.Т.Глазунов, Ю.И.Дик, Б.М.Игошев и др. / Под ред. А.Т.Глазунова, В.А.Фабриканта. - М.: Просвещение, 1985. - 159 с.

176. Полонский В. М. Критерии теоретической и практической значимости исследований // Советская педагогика. - 1988. - №11. - С.48-52.

177. Померанц М. Магия магнитных жидкостей // Техника и наука. - 1981. - № 3. - С.13-14.

178. Померанц М. Почти идеальное вещество // Техника и наука. - 1981. - № 5. - С.16-17.

179. Пономарев Я.А. Психика и интуиция. - М.: Политиздат, 1967. - 256 с.

180. Пономарев Я.А. Психология творческого мышления. / Под ред. А.Н.Леонтьева. - М.: Изд-во АНПН РСФСР, 1960. - 351 с.

181. Правила игры без правил / Сост.А.Б.Селюцкий. - Петрозаводск: Карелия, 1989. - 280 с.

182. Програми та методичні вказівки до проведення спецкурсу “Організація дитячої технічної творчості” (упорядник Демченко Д.М.). - Київ: РНМК Міносвіти УРСР, 1987. – 20 с.

183. Программа “Основы изобретательской и рационализаторской работы ” 8-11 кл. Факультативный курс. - К.: Рад.школа, 1985. – 32 с.

184. Психологические вопросы выявления одаренности / Подгот. В.А.Моляко и др. - К.:, 1992. - 56 с.

185. Психологические проблемы творческой деятельности / Подгот. В.А.Моляко и др. - К.: Выща школа, 1990. - 16 с.

186. Психологические основы формирования личности в педагогическом процессе / Под ред. А.Косаковски и др: Пер с нем. - М.: Педагогика, 1981. - 224с.

187. Психологический словарь / Под ред. В.В.Давыдова, А.В.Запорожца, Б. Ф. Ломова и др. - М.: Педагогика,1983. - 448 с.

188. Психологія. За ред. Ю.Л.Трофімова. Вид.2-е, стереот. Підручник для студентів вищих закладів освіти. - К. : Либідь, 2000. – 560 с.

189. Психология мышления / Под ред. А.М.Матюшкина, М.: Прогресс, 1965. - 533 с.

190. Психология мышления конструктора при решении творческих задач / Научн.ред.С.Е.Злочевский. - К.: УкрНДІНП., 1977. - 19 с.

191. Психология творчества: общая, дифференциальная, прикладная / Пономарев Я.А., Семенов И.Н., Степанов С.Ю. и др./ Под ред. Я.А.Пономарева. - М.: Наука, 1990. - 222 с.

192. Пути повышения качества обучения физике // Физика в школе. - 1983. - №4. - С. 3-13.

193. Разумовский В.Г. Знание прикладных вопросов физики и практические умения - важные компоненты образования школьников // Физика в школе. - 1981. - № 2. - С.10-15.

194. Разумовский В.Г. Методика совершенствования преподавания физики // Физика в школе. - 1983. - № 3. - С.10 -17.

195. Разумовский В.Г. Первое место в мире по образованию в области естествознания // Физика в школе. - 1992. - № 5-6. - С.53-55.

196. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 1975. - 272 с.

197. Разумовский В.Г. Развитие технического творчества учащихся / Под ред. А. В. Перышкина. - М.: Учпедгиз РСФСР, 1961. - 146 с.

198. Разумовский В.Г. Реализация важнейших направлений реформы школы в преподавании физики // Физика в школе. - 1985. - № 2. - С.3-9.

199. Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике в средней школе. - М.: Просвещение , 1966. - 154 с.

200. Разумовский В.Г., Дик Ю.И., Шилов В.Ф. Ускорение научно-технического прогресса и изучение школьного курса физики // Физика в школе. - 1986. - № 1. - С. 9-13.

201. Разумовский В.Г., Рабоджийска Р.К. Обучение школьников и развитие их способностей // Физика в школе. - 1994. - № 2. - С. 52-56.

202. Рассохин В.П. Внедрение крупнейших изобретений - приоритетный режим // Вопросы изобретательства. - 1985. - № 4. - С. 11.

203. Резников З.М. О развитиии творческих способностей учащихся на факультативных занятиях по физико-техническому моделированию // Физика в школе. - 1975. - № 1. - С. 43.

204. Рекомендации для руководителей кружков и клубов по техническому творчеству “Методы и средства развития творческого воображения учащихся” / Сост. А. Г. Сопельняк, Э. Ф. Мазур, В.Г. Ткаченко. - Тольятти, 1988. - 105 с.

205. Речицкий В.И. Профессия - изобретатель: Кн. для учащихся ст. классов сред. шк. - М.: Просвещение, 1988. -160 с.

206. Рогановский Н.М., Дзидзверг А.П. Составление задач как метод обучения // Физика в школе. - 1985. - № 5. - С.58-59.

207. Розв'язування задач з фізики: Практикум / За заг.ред. Є.В.Коршака. - К.: Вища шк.,1986. - 312 с.

208. Роменец В.А. Психологія творчості. - К..: Вища шк., 1971. - 247с.

209. Рымкевич А.И. Сборник задач по физике для 8-10 классов средней школы. – 10-е изд., перераб. – М.: Просвещение, 1986. – 191 с.

210. Рубинштейн С. Л. Основы общей психологии. - М.: Учпедгиз, 1946. - 704 с.

211. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. - М.: АН СССР, 1958. - 147 с.

212. Рубинштейн С.Л. Проблемы общей психологии. - М.: Педагогика, 1973. - 424 с.

213. Рубинштейн С.Л. Проблема способностей и вопросы психологической теории. - В кн.: Хрестоматия по возрастной и педагогической психологии / Под ред. И.И.Ильясова, В.Я.Ляудис. - М.: Издательство Моск. ун-та, 1981. - с. 44-55.

214. Рейтман У. «Познание и мышление (моделирование на уровне информационных процессов)». – М. : Мир, 1968. – 285 с.

215. Савченко В. И. Формирование у учащихся обобщенных умений решать физические задачи в средней школе: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - Киев, 1985. - 23 с.

216. Саймон Б. Общество и образование. - М.: Прогресс, 1989. - 200с.

217. Саламатов Ю.П. Как стать изобретателем: 50 часов творчества. - М.: Просвещение, 1990. - 240 с.

218. Салиев А.С. Задачи по прикладной биофизике // Физика в школе. - 1987. - № 3. - С.33-34.

219. Сауров Ю. Проблемы методики решения задач // Физика в школе. - 1985. - №3. - с. 41-44.

220. Светицкий А.П. О составлении учащимися задач по физике // Физика в школе. - 1962. - № 6. - С.72-73.

221. Сергеев А.В. Наблюдения учащихся при изучении физики на второй ступени обучения. - К.: Рад.шк., 1988. - 176 с.

222. Сергеев А.В., Павленко А.И. Методика составления задач по физике // Совершенствование форм и методов изучения физики. - К.: Рад.шк., 1982. - С.21-28.

223. Семыкин Н.П., Любичанковский В.А. Методологические вопросы в курсе физики средней школы : Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 1979. - 88 с.

224. Симонов П.В. Созидающий мозг: Нейробиологические основы творчества. - М.: Наука, 1993. - 111 с.

225. Скаткин М.Н. Проблемы современной дидактики. - М.: Педагогика, 1984. - 96 с.

226. Скаткин М. Н. Совершенствование процесса обучения. - М.: Педагогика, 1971. - 208 с.

227. Слепкань З.И. Психолого-педагогические основы обучения

математике: Метод.пособие. – К.: Рад.школа, 1983. – 192 с.

228. Слободецкий И.Ш., Асламазов Л.Г. Задачи по физике. - М.: Наука, 1980. - 176 с.

229. Смирнов А.А. Проблемы психологии памяти. - М.: Просвещение, 1966. - 423 с.

230. Совершенствование преподавания физики в средней школе социалистических стран: Кн. для учителя / Х. Бинешек, Я. Варга, М. Вюншман и др. / Под ред. В. Г. Разумовского. - М.: Просвещение, 1985. - 256 с.

231. Совершенствование содержания обучения физике в средней школе/Под ред. В. Г. Зубова, В.Г. Разумовского, Л. С. Хижняковой. - М.: Педагогика, 1978. - 176 с.

232. Солодухин Н. А. Методы науки и методы обучения физике // Физика в школе. - 1987. - № 1. - С. 33-34.

233. Сопельняк А. Г. Обучение старшеклассников основам патентоведения и методам поиска новых технических решений: Методические рекомендации / Под ред. П. Н. Андрианова. - М.: АПН СССР, 1988. - 152 с.

234. Сопельняк А. Г. Психология творчества // Изобретатель и рационализатор. - 1988. - № 2. - С.20-22.

235. Столяров Ю.С. Уроки творчества. - М.: Педагогика, 1981. - 176 с.

236. Стоунс Э. Психопедагогика. Психологическая теория и практика обучения: Пер. с англ. / Под ред. Н.Ф. Талызиной. - М.: Педагогика, 1984. – 472 с.

237. Сухомлинський В. О. Сто порад вчителю. - Київ: Рад. школа, 1984. - 254 с.

238. Сычевская З.В., Смолянец В.В., Бовтрук А.Г. Проверка

результативности обучения физике: Пособие для учителей. - Киев: Рад. школа, 1986. - 175 с.

239. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: Изд-во МГУ, 1975. - 343 с.

240. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся. - М.: Знание , 1983. - 96 с.

241. Терентьев М.М. Демонстрационный эксперимент по физике в проблемном обучении: Пособие для учителей. - М.: Просвещение, 1978. – 104 с.

242. Теория познания и современная физика. / Ю.В.Сачков, А.С.Кравец, Г.Герд и др./. Отв.ред.Ю.В.Сачков. - М.: Наука, 1984. - 336 с.

243. Тихомиров О.К. Психология мышления: Учебное пособие. - М.: Издательство Моск. ун-та, 1984. - 272 с.

244. Тихомиров О.К. Структура мыслительной деятельности человека. - М.: Изд-во МГУ, 1969. - 304 с.

245. Трембовольский Я.Л., Чекалов И.В. Ваше слово, эрудиты. - М.: Просвещение, 1990. - 144 с.

246. Тринг М., Лейтуэйт Э. Как изобретать?: Пер. с англ. А.С. Доброславского / Под ред. и с предисловием В.В. Патрикеева. - М.: Мир , 1980. - 272 с.

247. Тульчинский М. Е. Занимательные задачи-парадоксы и софизмы по физике. - М.: Просвещение, 1971. - 160 с.

248. Тульчинский М. Е. Сборник качественных задач по физике: Пособие для учителя. - М.: Учпедгиз МП РСФСР , 1961. - 240 с.

249. Турчин В.М. Математична статистика : Посібник. – К.: В-во “Академія”, 1999. – 240 с.

250. Уделл Свен. Солнечная энергия и другие альтернативные источники энергии. Пер. со швед. - М.: Знание, 1988. - 88 с.

251. Усилить практическую направленность обучения физике //

Физика в школе. - 1985. - № 1. - С. 3-7.

252. Ускорение научно-технического прогресса и преподавание физики // Физика в школе. - 1985. - № 6. - С. 3-6.

253. Усова А.В. Развитие у учащихся в процессе обучения физике интереса к исследовательскому труду // Физика в школе. - 1963. - № 4. - С.45-49.

254. Учебный материал и учебные ситуации: Психологические аспекты / Под ред. Г. С. Костюка, Г. А. Балла. - Киев: Рад. школа, 1986. - 160 с.

255. Ушинский К.Д. Избранные педагогические сочинения в 2 т. - М.: Педагогика, 1974. - Т.1. - 584 с., Т.2 - 440 с.

256. Федоров В. Кому венец? // Изобретатель и рационализатор. - 1977. - № 7. - С.30.

257. Фейгенберг И. М. Видеть - предвидеть - действовать. - М.: Знание, 1986. - 160 с.

258. Физика и научно-технический прогресс: Пособие для учителей / В. Г. Разумовский, А. Т. Глазунов, В. А. Фабрикант и др. - М.: Просвещение, 1980. - 159 с.

259. Философский словарь / Под ред. М. М. Розенталя. - 3-е изд. - М.: Политиздат, 1972. - 496 с.

260. Формирование практических умений и навыков - важная часть политехнического образования // Физика в школе. - 1975. - № 2. - С.7-10.

261. Формування творчої активності учнів в навчальному процесі з фізики / Калапуша Л.Р., Жила О.І., Давидюк Г.Є., Ольхович Є.О. - Луцьк: Луцький держ.пед.ін-т, 1988. - 86с.

262. Фрейд З. Психология бессознательного: - М.: Просвещение, 1988. - 448 с.

263. Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных

учебных задач. - М.: Педагогика, 1977. - 208 с.

264. Фридман Л. М. Педагогический опыт глазами психолога: Кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1987. - 224 с.

265. Фридман Л.М., Кулагина М.Ю. Психологический справочник учителя. - М.: Просвещение, 1991. - 288 с.

266. Фурсов В.К. Задачи-вопросы по физике. - М.: Просвещение, 1977. - 64с.

267. Хорошавин С.А. Физико-техническое моделирование: Учебное пособие учащихся по факультативному курсу 8-10 классов. - М.: Просвещение, 1983. - 207 с.

268. Царев Ю.С. Задачи с биофизическим содержанием // Физика в школе. - 1973. - № 4. - С.95-96.

269. Цатурян П.С. Физические задачи исторического и краеведческого содержания // Физика в школе. - 1983. - № 1. - С.73-74.

270. Шамова Т.М. Дидактический принцип активности в современной школе // Советская педагогика. - 1977. - № 7. - С.13-20.

271. Шаскольская М.П., Эльцин И.А. Сборник избранных задач по физике: 5-е изд., перераб. - М.: Наука, 1983. - 208 с.

272. Шрагина Л.И. Логика воображения. - Одесса: Черноморье, 1995. - 111с.

273. Штульман Э. А. Методологический аппарат исследований // Сов. педагогика. - № 11. - С. 43-48.

274. Щукина Г. И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. - М.: Просвещение, 1979. - 160 с.

275. Щукина Г.И. Педагогические проблемы формирования познавательных интересов учащихся. - М.: Педагогика, 1988. - 208 с.

276. Щукина Г. И. О проблемах современного урока // Сов.

педагогика. - 1987. - № 1. - С. 48-51.

277. Щукина Г. И. Проблема познавательного интереса в педагогике. - М.: Педагогика, 1971. - 352 с.

278. Щукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе: Кн. для учителя. - М.: Просвещение, 1986. - 144 с.

279. Эвенчик Э.В., Енохович А.С., Шамаш С.Я. Повышать качество знаний учащихся по физике // Физика в школе. - 1962. - № 5. - С.38-42.

280. Энгельмейер П.К. Теория творчества. - СПб.: Кн-во "Образование", 1910. - 208 с.

281. Эсаулов А.Ф. Психология решения задач: Методическое пособие. - М.: Высшая школа, 1972. - 216 с.

282. Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности. - М.: Наука, 1978. - 391 с.

283. Якиманская М.С. Развитие пространственного мышления школьников. - М.: Педагогика, 1980. - 240 с.

284. Якобсон П.М. Процесс творческой работы изобретателя. М-Л.: Изд-во ЦС Всес.об-ва изобретателей, 1934. - 135 с.

285. Віднічук М.А. Розв’язування винахідницьких задач на основі усунення технічних протиріч // Фізика та астрономія в школі. - №5, 2001. – С.33-35.

286. Gobel R, Haubeld, K.:Freihandexperimente in Klasse 6. Physik in der Schule, Berlin 23 (1985) 7/8.

287. Gobel R, Haubeld, K.:Freihandexperimente in Klasse 8. Physik in der Schule, Berlin 23 (1985) 9.

288. Lechner, H.-J., Militzer,P.: Weitere Beispiele zur problem haften Unterrichtsgestaltung Klasse 6. Physik in der Schule, Berlin 23 (1985) 10.

289. Liebers, K.,: Ziele, Inhalt und didakticeh – metodische

Grundkonzeption des Physikunterrichts Klasse 8 nach dem neuen Lehrplan. Physik in der Schule, Berlin 23(1985) 1/2.

290. Meyer, L: Standpunkte zur Gestaltung von Aufgaben in den Lehrbuchern fur den Physikunterricht, Physik in der Schule, Berlin 24(1986) 7\8.

291. Callahan C. Developing creativity in giften and talanted. – Reston V.A. Counsil for Exceptiond Children, 1978.

292. Guilford J.Three fases of intellect // The American Psychologists. – 1959, № 14. – p.469-479.

293. Guilford J. The nature of human intelligence. – Nev York: Mc Graw-Hill, 1967.

294. Parnes S.J., Harding H.F. (Eds). Asourse Book for Creative Thinking. N.Y., Scribnes, 1962.

295. Physikalicshe Schulversuche. Erster und zweiter Teil. Mebkunde. Statik und Dinamik fester Korper. Herausgegeben von Georg Sprakhelf. Bearbeitet von Josef Ficher. 8. Auflage. Volk und Wissen Volkseigener Verlag. Berlin. 1983. – 376s.

296. Raabe, B.: Zur Realisierund einer hohen Qualitat der Praktika in der Klasse 9 und 10. Physik in der Schule, Berlin 25(1987)3.

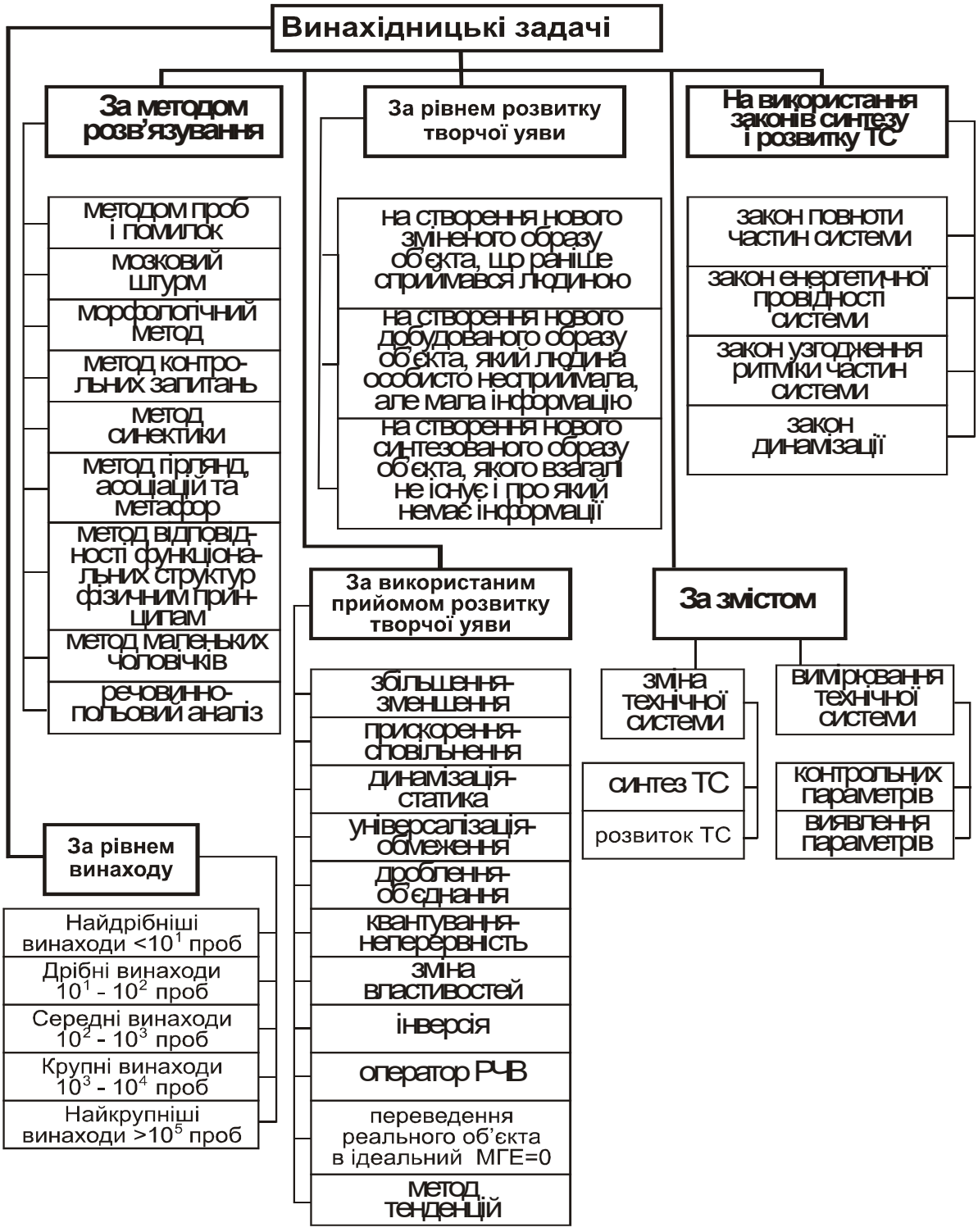
297. Raabe, B.: Zur Umsetzung einiger Lehrplanforderunger des Stoffgebiets Elektrizitatslehre Klasse 8. Physik in der Schule, Berlin 23(1985)1/2.

298.Torrance E. Thinking in action and movement (Researched.). Bensenville / L.: Scholastic Testing Servise. – 1980.

ДОДАТКИ

Додаток А

Систематизація винахідницьких задач



Додаток Б

№ з/п	Фіз-ефект	Характеристика та використання
1.	П’єзо-елек-трич-ний ефект	Якщо діелектрик, поміщений в електричному полі, являє собою нецентросиметричний кристал, то в ньому спостерігається п'єзоелектричний ефект. Прямий п’єзоефект виявляється в утворенні зарядів на поверхні твердого тіла під дією механічних напруг. Зворотній п’єзоефект виявляється в деформації кристала, при накладенні на нього електричного поля кристал деформується.
2.	Акус-тичні коли-вання	Акустичні коливання являють собою поздовжні коливання часточок середовища, у якому поширюється звукова хвиля, у діапазоні звукових (і ультразвукових) частот. Джерелом звукових коливань може бути об'єкт, що знаходиться в середовищі і періодично змінює свої розміри або положення (п’єзокристал та ін.). Ультразвук - подовжні коливання в газах, рідинах і твердих тілах у діапазоні частот 10x10E3 - 10x10E9. Через малу довжину хвилі поширення ультразвукових хвиль відчувається в структурі середовища, у тому числі на молекулярному рівні.
3.	Гелі	Гелі – дисперсні системи, що володіють деякими властивостями твердих тіл (здатність зберігати форму, міцність, пружність). Типові гелі мають вигляд драглів (наприклад, желатинові драглі, столярний клей). Властивості гелів обумовлені тим, що в них дисперсна фаза утворює просторову структуру (сітку), а дисперсійне середовище (рідина або газ) розташоване в осередках цієї

		структури. За рахунок цього різко збільшуються питома поверхня (500-1000 і більш м кв./г) і дисперсність речовини (до 0,5-2 нм).
4.	Гравітація	Об'єкт, що володіє масою, є джерелом гравітаційного поля, через яке здійснюється взаємодія мас. Величина притягання об'єктів прямо пропорційна їхнім масам і зворотно пропорційна квадрату відстані між ними. Поле тяжіння масивних об'єктів викликає такі явища, як відхилення світла, зміна перебігу часу й ін. Але для техніки в більшості випадків істотне значення має поле сили тяжіння Землі.
5.	Коронний розряд	Коронний розряд — самостійний високовольтний електричний розряд у газі, що виникає в різко неоднорідному електричному полі поблизу електродів із великою кривизною поверхні (вістря проводу). У цих зонах відбувається іонізація й порушення молекул газу при їхніх зіткненнях з електронами, у результаті навколо електродів виникає світловий ореол. Структура корони й її тип залежать від тиску й сполуки газу, полярності й частоти прикладеної напруги, форми електродів.
6.	Дозування матеріалів	Спосіб дозування діелектричних матеріалів полягає у витіканні матеріалу через вихідний отвір під дією сил електричного поля. Але спосіб не дозволяє здійснювати порційне дозування з високою точністю. Запропоновано використовувати коронний розряд.Витікання матеріалу з обсягу затримують або взагалі припиняють заряджанням часток коронним розрядом, а в необхідні моменти часу витікання припиняють імпульсним коронним розрядом зворотної полярності, перезаряджаючи матеріал.

		(А.с. № 582 459)
7.	Ефект Баркга-узена	Ефект Баркгаузена - стрибкоподібна зміна намагніченості феромагнетиків при безперервній зміні зовнішніх умов - температури, напружень або зовнішнього магнітного поля. Причиною ефекту Баркгаузена є різного роду неоднорідності в кристалічній структурі феромагнетиків (включення, залишкові напруги, порушення однорідності, неоднорідності сполуки і т.п.), що перешкоджають перебудові магнітної структури.
8.	Електро-ліз	Електролізом називають хімічні процеси, що протікають в електроліті при проходженні через нього постійного електричного струму. При цьому позитивно заряджені іони (катіони) рухаються до катоду, а негативно заряджені іони (аніони) - до аноду. Якісні зміни сполуки електроліту обумовлюються характером електродних процесів утворення продуктів відновлення на катоді і продуктів окислювання на аноді. Електролізом одержують багато металів, луги, хлор, водень, кисень, деякі неорганічні речовини й інші хімічні продукти. Електроліз застосовують для гальваностегії й гальванопластики.
9	Пухкий шар на електроді	Поверхню катодів для осадження металів електролізом із водних розчинів покривають захисним шаром, що послаблює зчеплення катодного осаду з металом катодної основи. Але захисний шар – гас, солідол і т.п. – забруднює електроліт і катодний осад, а осаджений метал все одно доводиться здирати. Запропоновано покривати катод пухким, неміцним губчатим шаром осадженого металу, що наносять электролітично в режимі граничного струму. Наявність цього шару не приводить до забруднення

		електроліту і значно полегшує відділення металу від електродів. (А.с. № 553 309)
10	Закон Архі-меда	На тіло, занурене в рідину (газ), діє при наявності гравітаційних сил сила, що виштовхує, спрямована в бік, протилежну дії сил гравітації і прикладена до центру ваги зануреного тіла. Величина сили дорівнює вазі витиснутої рідини (газу). Існування сили, що виштовхує, зв'язано з різницею статичних тисків рідини (або газу) на елементи верхньої й нижньої поверхні тіла. Сила, що виштовхує, виникає при наявності будь-якої сили, що діє на частки рідини або газу. Такими силами можуть бути, наприклад, сили інерції, магнітне поле в магнітній рідині.
11.	Гідрата-ція	Гідратація - процес утворення гідратів – стійких сполук газів або легких органічних рідин з водою. Гідрати являють собою тверді кристалічні речовини. У гідратному стані гази утримуються в кількостях більших, ніж при звичайному фізичному розчиненні у воді. Наприклад, 1 м куб. гідрату містить 200 м куб. природного газу. Умови утворення гідратів для різних газів різні і залежать від вихідної температури – чим вище температура, тим вище необхідний тиск і ступінь стиску. Наприклад, при 0^0С пропану для утворення гідрату потрібно тиск у 1,8 атм., метану – 27 атм., а кисню – 125 атм.
12.	Гідруван-ня	Гідрування (гідрогенізація) - це реакція приєднання водню до хімічних елементів. Звичайне гідрування проводиться в присутності каталізаторів. Як каталізатори можуть використовуватися багато металів, оксиди, сульфіди. Гідриди – це сполуки водню з металами й іншими хімічними елементами менш

		електронегативними, ніж він сам. Широке застосування знаходять гідриди алюмінію, ітрію, кальцію й ін. До летучих гідридів відносять воду, аміак, сірчистий водень, бороводень. Гідрування металів збільшує їхній об'єм й зменшує питому вагу, змінюються також електричні і магнітні властивості.
13.	Ефект Гопкінсо-на	Ефект Гопкінсона - різке зростання магнітної проникності феромагнетиків у слабкому магнітному полі поблизу температури Кюрі. Ефект обумовлений полегшенням процесів намагнічування в міру наближення до точки Кюрі завдяки різкому зменшенню магнітної анізотропії феромагнетику. У безпосередній близькості до температури Кюрі проникність падає внаслідок зникнення мимовільної намагніченості. Таким чином, виникає максимум на кривих температурної залежності магнітної проникності.
14.	Ефект Джоуля Том-сона	Ефект Джоуля-Томсона: зміна температури газу, пари або рідини при проходженні через місцевий опір (звуження труби, вентиль, пористу діафрагму). Для газу ефект виявляється позитивним, якщо температура газу при адіабатичному дроселюванні знижується, і негативним - якщо вона підвищується. Для кожного реального газу існує точка інверсії – значення температури, при якій змінюється знак ефекту. Ефект використовується для одержання низьких температур, скраплення газів, вимірювання і регулювання витрати рідин і газів.

Додаток В

Алгоритм розв’язання винахідницьких задач (АРВЗ-85-В)

Частина 1. **Аналіз ситуації.**

Основна мета першої частини алгоритму розв’язання винахідницьких задач перехід від розпливчастої винахідницької ситуації до чітко побудованій і гранично простій схемі (моделі) задачі,

Крок 1.1 Технічна система для (вказати основну функцію ОФ)..... шляхом (вказати принцип дії системи ПД) ..... складається з (вказати повний склад системи) ..... У процесі виконання (вказати основну функцію ОФ). .....

виникає небажаний ефект НЕ1. ..... (вказати).

Щоб усунути (вказати небажаний ефект НЕ1)....., можна використати

засоби усунення ЗУ. .....(вказати можливі засоби усунення). Однак при використанні цих засобів усунення виникають нові небажані ефекти НЕ2 (вказати, які небажані ефекти виникають від застосування кожного ЗУ).

Схема задачі:

ОФ (вказати)

ПД (вказати)

НЕ1 (вказати)

ЗУ (вказати)

НЕ2 (вказати)

Розглянути варіанти технічних протиріч в їх крайніх станах і записати їх. ТП:

—

ЗУ->НЕ1 -> НЕ2

Якщо ввести (вказати засіб усунення)....., то (вказати небажаний ефект НЕ1) ..... зникає,. але з'являється (вказати новий небажаний ефект НЕ2). .....

ТП2:

$$\overline{ЗУ} \rightarrow НЕ2 \rightarrow НЕ1$$

Якщо ж (вказати засіб усунення)., ... не вводити, то (вказати новий небажаний ефект НЕ2). ..... не виникає, але зберігається (вказати небажаний ефект НЕ1)..... _

Риска над позначенням, наприклад, НЕ1, означає його протилежний стан або відсутність (не-НЕ1).

Крок 1.2. Постановка винахідницької задачі:

Дано відсутній ЗУ (вказати засіб усунення)..... ..... і НЕ1 (вказати небажаний ефект НЕ1). ..... Відсутній ЗУ не створює (вказати новий небажаний ефект НЕ2)....., але і не усуває (вказати небажаний ефект НЕ1). .....

Записати формулу моделі задачі:

$$\overline{ЗУ} \rightarrow \overline{НЕ2} + \overline{НЕ1}$$

Необхідно знайти такий Х-елемент, який, зберігаючи здатність відсутнього ЗУ (вказати засіб усунення).....,.. не створювати (вказати новий небажаний ефект НЕ2),....., усунув би (вказати небажаний ефект НЕ1)....

Примітка: Х-елемент - це деякий Х взагалі, що психологічно допомагає на даному етапі аналізу зняти з себе і перекласти на нього здійснення конкретних дій по усуненню НЕ1.

Частина 2. Аналіз моделі задачі

Мета другої частини АРПС - аналіз частини простору і діапазону часу, зв'язаної з конфліктом.

Крок 2.1. Визначаємо оперативну зону (03) - зону, де відбувається конфлікт. У склад 03 обов'язково повинні увійти та частина системи, яка зазнає шкідливого впливу (НЕ1), і та частина, яка на неї впливає.

Зона, в якій відбувається конфлікт, може повністю або частково співпадати із зоною, в якій виконується основна функція, а може знаходитися і поза цією зоною.

Крок 2.2. Визначаємо оперативний час (0Ч). Цей час Т складається з часу виконання основної функції Т3, предконфліктного часу Т2 і часу самого конфлікту Т1.

Т = Т1 + Т2 + Т3

Примітки:

- У залежності від часу виникнення конфлікту по відношенню до часу виконання виробничої функції можливі три варіанти:

- Варіант «або Т1 або Т3»: виробничий процес (Т2 = Т3), що почався уривається конфліктом. Система «чекає», коли конфлікт завершиться (час Т1), щоб виробничий процес поновився. У цьому випадку, Т = Т1 + Т3(Т2)

- Варіант «і Т2 і Т3»: конфлікт виникає одночасно з початком виробничого процесу, будучи його невід'ємною частиною. Тут

Т = Т1(Т3) + Т2

- Варіант «Т1 частина Т3»: конфлікт виникає тільки при певних параметрах виконання ОФ. Як правило, мету задачі - звести Т1 до 0, не допустити його виникнення. У цьому випадку

Т = Т3 = Т1 + Т2

Частина 3. **Формулювання фізичного протиріччя (ФП) і ідеального кінцевого результату (ІКР)**

Внаслідок застосування третьої частини АРВЗ повинен сформулюватися ІКР - образ ідеального рішення. Визначається також

фізичне протиріччя (ФП), що заважає досягненню ІКР. Не завжди можливо досягнути ідеального рішення. Але ІКР вказує напрям на найбільш сильну відповідь.

Крок 3.1. Сформулюємо перший варіант ідеального кінцевого результату - ІКР-1:

Х-елемент, абсолютно не ускладнюючи системи і не викликаючи шкідливих явищ, усуває (вказати небажаний ефект НЕ1). .... в (вказати оперативну зону 03)..... в (вказати конфліктний час Т1), зберігаючи здатність технічної системи виконувати (вказати основну функцію ОФ)..... у час Т3.

Крок 3.2. Фізичне протирічя на макрорівні - М-ФП: (вказати 03) ..... в. .....(вказати час виконання основної функції Т3) повинна. .....(вказати один фізичний стан, наприклад бути гарячою), щоб виконувалася. .....(вказати основну функцію), і повинна. .....(вказати інший фізичний стан, наприклад, бути холодною) в

..... (вказати конфліктний час Т1), щоб не виникав ..... (вказати НЕ1).

Фізичне протиріччя - це протилежні вимоги до фізичного стану оперативної зони. При формулюванні ФП необхідно обов'язково вказувати, коли і з якою метою оперативна зона повинна мати кожний стан.

Крок 3.3. фізичне протиріччя на мікрорівні м-ФП: між (вказати контактуючі поверхні). ..... повинні знаходитися частки речовини, які забезпечують. ..... (вказати один фізичний стан), і повинні знаходитися частки речовини, які забезпечують. ..... (вказати протилежний фізичний стан).

Крок 3.4. Остаточний варіант ідеального кінцевого результату ІКР-2: технічна система повинна сама забезпечувати між .....(вказати

контактуючі поверхні) наявність часток, які забезпечують. .....(вказати протилежні фізичні стани).

Крок 3.5. Сформулюємо умови, яким повинні задовольняти частки, щоб забезпечувалися необхідні по кроку 3.4 протилежні фізичні стани. Частки повинні бути. ..... (перерахувати властивості, якими повинні володіти частки, щоб забезпечувати протилежні фізичні стани).

Крок 3.6. Проаналізувати склад системи (крок 1.1), визначити речовинно-польові ресурси (РПР) системи, що розглядається і зовнішнього середовища. Скласти список РПР. З'ясувати, чи є в складі системи елементи, що забезпечують сформульовані на кроці 3.5

Крок 3.7. Якщо задача розв'язана, перейти до частини 7 АРВЗ-85В. Якщо крок 3.6 не забезпечив вирішення задачі, перейти до частини 4 АРВЗ-85В.

Частина 4. **Мобілізація і застосування РПР**

Раніше були визначені наявні РПР, які можна використати безкоштовно. Четверта частина АРВЗ включає планомірні операції по збільшенню ресурсів: розглядаються похідні РПР, що отримуються майже безкоштовно шляхом мінімальних змін наявних РПР. Кроки 3.3-3.5 почали перехід від задачі до відповіді, заснованої на використанні фізики; четверта частина АРВЗ продовжує цю лінію.

Крок 4.1 - допоміжний. Він потрібен, щоб перед мобілізацією РПР уявити наочно, що, власне, повинні робити частки речовини в оперативній зоні і поблизу неї. Метод ММЧ дозволяє виразніше побачити ідеальну дію («що треба зробити») без фізики («як це зробити»). Завдяки цьому знімається психологічна інерція, фокусується робота уяви. Таким чином, ММЧ - метод психологічний. Але моделювання «маленькими чоловічками» здійснюється з урахуванням законів розвитку технічних

систем. Тому ММЧ нерідко приводить до технічного розв’язку задачі. Переривати рішення в цьому випадку не треба, мобілізація РПР обов'язково повинна бути проведена.

4.2. Визначити, чи вирішується задача застосуванням суміші ресурсних речовин.

4.3. Визначити, чи вирішується задача заміною ресурсних речовин, що є порожнечею або сумішшю ресурсних речовин з пустотою.

4.4. Визначити, чи вирішується задача застосуванням речовин, похідних від ресурсних (або застосуванням суміші цих похідних речовин з «порожнечою»).

4.5. Визначити, чи вирішується задача введенням замість речовини електричного поля або взаємодією двох електричних полів.

4.6. Визначити, чи вирішується задача застосуванням пари «поле - добавка речовини, що відгукується на полі» (наприклад, «магнітне поле - фероречовина», «ультрафіолет - люмінофор», «теплове поле - метал з пам'яттю форми» і т.д.).

Частина 5. Застосування інформфонду

У багатьох випадках четверта частина АРВЗ приводить до рішення задачі. У таких випадках можна перейти до сьомої частини. Якщо ж після кроку 4.7 відповіді немає, треба пройти п'яту частину. Мета п'ятої частини АРВЗ - використання досвіду, сконцентрованого в інформаційному фонді ТРВЗ. До моменту входу в п'яту частину АРВЗ задача істотно прояснюється - стає можливим її пряме розв’язання за допомогою інформаційного фонду.

5.1. Розглянути можливість вирішення задачі (в формулюванні ІКР-2 і з обліком РПР, уточнених в четвертій частині) за стандартами.

5.2. Розглянути можливість рішення задачі (в формулюванні ІКР-2 і з обліком РПР, уточнених в четвертій частині) аналогічно з іншими нестандартними задачами, раніше вирішеними за АРВЗ.

5.3. Розглянути можливість усунення фізичного протиріччя за допомогою типових перетворень.

5.4. Застосування «Покажчика фізефектів». Розглянути можливість усунення фізпротиріччя за допомогою «Покажчика застосування фізичних ефектів і явищ».

Частина 6. Зміна або заміна задачі

Прості задачі вирішуються буквальним подоланням ФП, наприклад, розділенням суперечливих властивостей у часі або просторі. Розв’язання складних задач звичайно пов'язане із зміною значення задачі - зняттям первинних обмежень, зумовлених психологічною інерцією і до рішеннь, що здаються очевидними. Наприклад, збільшення швидкості «криголама» досягається переходом до «кригоНЕламу». Вічна «фарба» виявляється не фарбою буквально, а пухирцями газу, виникаючими при електролізі. Для правильного розуміння задачі необхідно її спочатку вирішити: винахідницькі задачі не можуть бути відразу поставлені точно. Процес вирішення, в суті, є процес коректування задачі.

6.1. Якщо задача вирішена, перейти від фізичної відповіді до технічної: сформулювати спосіб і дати принципову схему пристрою, що здійснює цей спосіб.

6.2. Якщо відповіді немає, перевірити, чи не є формулювання кроку 1.1 поєднанням декількох різних задач. У цьому випадку потрібно змінити формулювання кроку 1.1, виділивши окремі задачі для почергового рішення (звичайно досить вирішити одну головну задачу),

6.3. Якщо відповіді немає, змінити задачу, вибравши на кроці 1.4 інше ТП.

6.4. Якщо відповіді немає, повернутися до кроку 1.1 і ще раз сформулювати міні-задачу, віднести її до надсистеми. При необхідності таке повернення здійснюють декілька разів - з переходом до надсистеми і т.д.

Частина 7. Аналіз способу усунення ФП

Головна мета сьомої частини АРВЗ - перевірка якості отриманої відповіді. Фізичне протирічя повинно бути усунене майже ідеально, «без нічого». Краще витратити дві-три години на отримання нової, більш сильної відповіді, ніж потім півжиття боротися за впровадження слабкої ідеї.

7.1. Контроль відповіді. Розглянути речовини, що вводяться, і поля. Чи можна не вводити нові речовини і поля, використавши РПР - що є і похідні? Чи можна використати речовини, що саморегулюються? Ввести відповідні поправки у технічну відповідь.

7.2. Провести попередню оцінку отриманого рішення.

Контрольні питання:

а) чи забезпечує отримане рішення виконання головної вимоги ІКР-1 («Елемент сам...»)?

б) яке фізичне протирічя усунено (і чи усунено) отриманим рішенням?

в) чи містить отримана система хоч би один добре керований елемент? Який саме? Як здійснювати управління?

г) чи годиться рішення, знайдене для «одноциклової» моделі задачі, в реальних умовах з багатьма «циклами»?

Якщо отримане рішення не задовольняє хоч би одному з контрольних питань, повернутися до кроку 1.1.

7.3. Перевірити (за патентним даними) формальну новизну отриманого рішення.

7.4. Які підзадачі виникнуть при технічній розробці отриманої ідеї? Записати можливу підзадачу - винахідницьку, конструкторську, розрахункову, організаційну.

Частина 8. Застосування отриманої відповіді

Дійсно хороша ідея не тільки вирішує конкретну задачу, але і дає універсальний ключ до багатьох інших аналогічних задач. Мета восьмої частини АРВЗ - максимально використати ресурси знайденої ідеї.

8.1. Визначити, як повинна бути змінена надсистема, в яку входить змінена система.

8.2. Перевірити, чи може змінена система (або надсистема) застосовуватися по-новому.

8.3. Використати отриману відповідь при вирішенні інших технічних задач:

а) сформулювати в узагальненому вигляді отриманий принцип вирішення;

б) розглянути можливість прямого застосування отриманого принципу при розв’язанні інших задач;

в) розглянути можливість використання принципу, зворотного отриманому;

г) побудувати морфологічну таблицю (наприклад, типу «розташування частин - агрегатні стани виробу» або «використані поля - агрегатні стани зовнішнього середовища») і розглянути можливі перебудови відповіді по позиціях цих таблиць;

д) розглянути зміну знайденого принципу при зміні розмірів системи (або головних її частин): розміри прагнуть до нуля, розміри прагнуть до нескінченності.

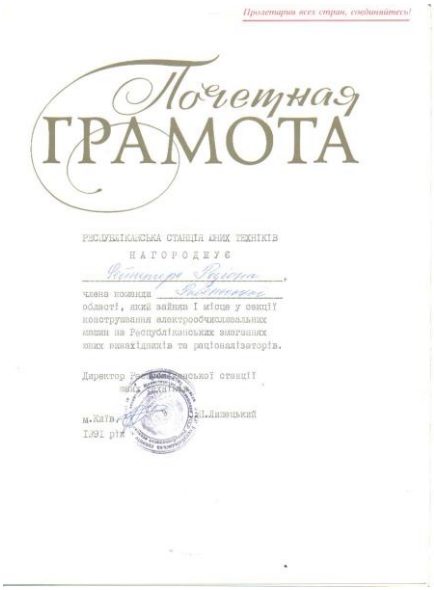
Частина 9. **Аналіз ходу розв’язування.**

Кожна вирішена за АРВЗ задача повинна підвищувати творчий потенціал людини. Але для цього необхідно ретельно проаналізувати хід розв’язування. У цьому значення дев'ятої (завершальної) частини АРВЗ.

9.1. Порівняти реальний хід вирішення даної задачі з теоретичним (по АРВЗ). Якщо є відхилення, записати.

9.2. Порівняти отриману відповідь з даними інформаційного фонду ТРВЗ (стандарти, прийоми, фізефекти). Якщо в інформаційному фонді немає подібного принципу, записати його в попередній накопичувач.

Примітка: АРВЗ-85-В випробуваний практично на всьому фонді задач, що використовується при навчанні ТРВЗ. Забуваючи про це, іноді «з ходу» пропонують удосконалення, засновані на досвіді вирішення однієї задачі, Для цієї однієї задачі зміни, що пропонуються, можливо, і хороші, але, полегшуючи вирішення однієї задачі, вони, як правило, затрудняють вирішення всіх інших... Будь-яку пропозицію бажано спочатку випробувати поза АРВЗ (так було, наприклад, з методом ММЧ), Після введення в АРВЗ кожну зміну випробувати розбором, як мінімум, 20-25 досить важких задач. АРВЗ постійно удосконалюється і тому потребує притоку нових ідей, але ці ідеї повинні бути спочатку ретельно перевірені.

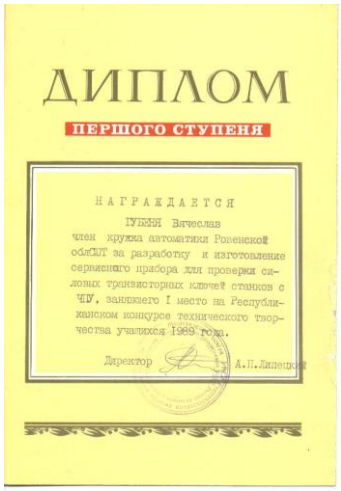


Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

Почетная
ГРАМОТА

РЕСПУБЛІКАНСЬКА СТАНЦІЯ ЮНИХ ТЕХНІКІВ
НАГОРОДЖУЄ
_____,
члена команди _____
області, який зайняв І місце у секції
конструювання електрообчислювальних
машин на Республіканських змаганнях
юних винахідників та раціоналізаторів.

Директор Республіканської станції
юних техніків
м.Київ, 1991 р. І.І.Лизинський



ДИПЛОМ
ПЕРШОГО СТУПЕНЯ

НАГРАЖДАЕТСЯ
ГУБЕНЯ Вячеслав
член кружка автоматики Ровенской
обл.СЮТ за разработку и изготовление
сервисного прибора для проверки сило-
вых транзисторных ключей станков с
ЧПУ, занявшего I место на Республи-
канском конкурсе технического твор-
чества учащихся 1988 года.

Директор А.П.Липецкий



ПРОЛЕТАРИИ ВСЕХ СТРАН, СОЕДИНЯЙТЕСЬ!

ПОЧЕТНАЯ
ГРАМОТА

УКРАИНСКИЙ РЕСПУБЛИКАНСКИЙ СОВЕТ ВОИР
ВЫСТАВКА ДОСТИЖЕНИЙ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА УССР

НАГРАЖДАЮТ

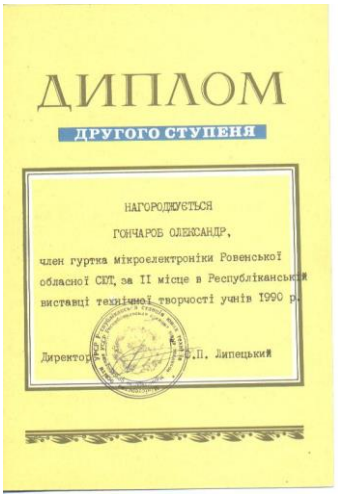
Дячука Юрия, члена кружка автоматики Ровенской обл.СЮТ,
участника конкурса на лучшее изобретение года среди
студентов, учащихся техникумов, ПТУ, школ

за разработку и изготовление блока световых эффектов
" ЭФФЕКТ -256".

Председатель Укрсовета ВОИР В.И.Рязанцев

Директор ВДНХ УССР А.Л.Петров

январь 1990 года



ДИПЛОМ
ДРУГОГО СТУПЕНЯ

НАГОРОДЖУЄТЬСЯ
ГОНЧАРОВ ОЛЕКСАНДР,
член гуртка мікроелектроніки Ровенської
обласної СЮТ, за II місце в Республіканській
виставці технічної творчості учнів 1990 р.

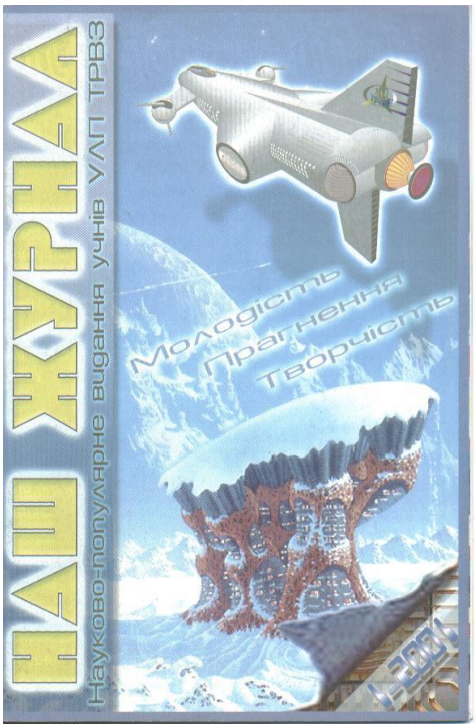
Директор І.П. Липецький

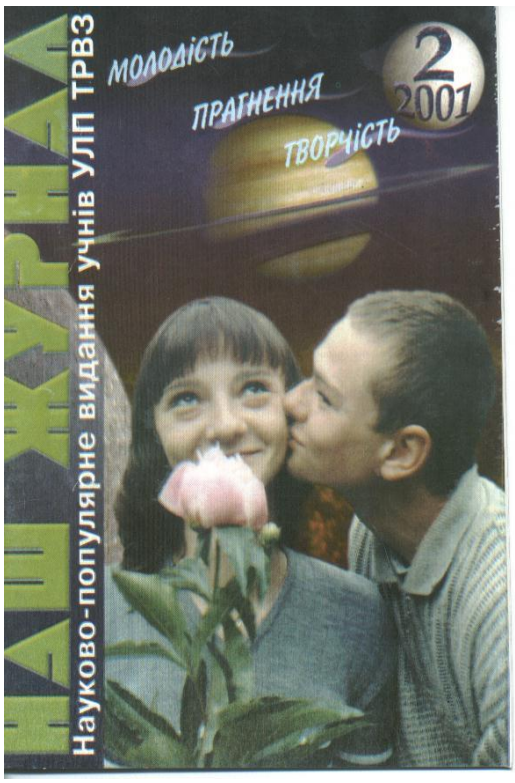


ДИПЛОМ
ТРЕТЬОГО СТУПЕНЯ

НАГРАЖДАЕТСЯ
КРУЧОК ЮРИЙ
член кружка автоматики Ровенской
обл.СЮТ за III место на республиканском
смотре технического творчества школь-
ников 1988 года.

Директор Н.С. Захаров


НАШ ЖУРНАЛ
Науково-популярне видання учнів УЛП ТРВЗ
Молодість
Прагнення
Творчість


НАШ ЖУРНАЛ
Науково-популярне видання учнів УЛП ТРВЗ
МОЛОДІСТЬ
ПРАГНЕННЯ
ТВОРЧІСТЬ
2
2001


НАУКОВО-ПОПУЛЯРНЕ ВИДАННЯ УЧНІВ УЛП ТРВЗ
НАШ ЖУРНАЛ
№1
2002
МОЛОДІСТЬ
ПРАГНЕННЯ
ТВОРЧІСТЬ
75
років руху
юних техніків України

Додаток Д

Винахідницькі задачі побутового характеру

Задача 1. В фермерському господарстві при відгодівлі худоби різні трави, вирощені на луках, змішують у відповідній пропорції. Існують кілька типів машин для змішування трав. Який принцип запропонуєте ви?

Розв'язок: Захвати, транспортери, дозатори... Так недалеко до застосування ЕОМ.

Застосуємо ІКР: трави самі себе перемішують. Уявімо, як працює сіножатка і в її бункер по черзі попадає то люпин, то овес, то конюшина... Вихід один: трави слід засіяти смугами у відповідній пропорції: наприклад, 10 м люпину, 10 – конюшини, 20 – вівса тощо. Тоді при скошуванні впоперек смуг в бункер трави потрапляти вже у відповідній пропорції. Слід лише врахувати фізіологічну сумісність вирощуваних трав та їх питому вагу.

Задача 2. На терези встановлено посудину з водою. Виміряли масу. Потім у воду занурили тягарець так, що він не доторкається дна і стінок. Чи зміняться покази терезів?

Розв'язок: Так. На тягарець діє архімедова сила, направлена вгору. За законом Ньютона, рівна за величиною сила діє в протилежному напрямку. Вона і викликає зміну показів терезів в напрямку збільшення.

Задача 3. Допоможіть точно визначити довжину спіралевого трубопроводу. Він металевий, діаметром 30 мм, орієнтовна довжина 3 м. Вирівнювати його не можна.

Розв'язок: В ході розв'язування було запропоновано кілька способів

вимірювання, як от:

- Зважити прямий відрізок такої ж труби і виміряти його, потім зважити трубопровід...
- Заміряти електричний опір відрізка такої ж труби. Потім виміряти електричних опір трубопроводу і ...
- Залити воду в трубопровід. Визначити її об'єм. За формулою обчислити довжину.
- В темноті освітити і виміряти довжину тіні.

Проаналізувати ці та інші запропоновані варіанти розв'язків. Виберіть найсильніші з них.

Задача 4. Всім відома ситуація: виходиш з дому, а через деякий час з'являється нав'язлива думка: вимкнув чайник чи ні?

Запропонуйте вдосконалення конструкції чайника, що врятує його від перегріву, а отже – від пожежі в квартирі.

Розв'язок: За А.С.№1243690 запропоновано пристрій з біметалевих пластин або в вигляді гофрованої ємкості з рідиною, що легко розширюється при нагріванні. (Для електрочайників: вилка "відстрілює" шнур).

Задача 5. Внаслідок аналізу травм на виробництві спеціалісти виявили, що найбільш небезпечним інструментом на будівництві є... молоток. Він винен в 60% травм ("Соціалістична індустрія.-1985.-1 грудня.-С.3.). Запропонуйте вирішення проблеми.

Розв'язок: Контрольної відповіді нема.

Задача 6. Для машин швидкої допомоги, пожежних дорогоцінна кожна секунда. Проте, якщо на перехресті горить червоне світло світлофора, їм доводиться втрачати час або створювати небезпечну

ситуацію, їдучи напереріз машинам. Як бути?

Розв'язок: На спецавтомобілі встановлюється додаткова фара з інфрачервоним випромінюванням. В світлофор монтується ІЧ-приймач, який, прийнявши сигнал від фари, заздалегідь ввімкне зелене світло. Дальність дії пристрою – 500 м.

Задача 7. Знайома ситуація: терміново потрібно пришити ґудзик чи зашити тканину, а ниток потрібного кольору нема. Запропонуйте вихід із ситуації.

Розв'язок: ІКР: колір ниток сам змінюється залежно від потреби. Розв'язок полягає в застосуванні прозорих ниток.

Задача 8. В якості об'єкта змін візьміть класну дошку. При цьому в класної дошки повинні з'являтись нові функції або збільшуватись власна корисна функція.

Розв'язок: За А.С.№1273264 запропоновано класну дошку у вигляді нескінченної стрічки на двох барабанах. Нижній барабан опущено у воду, де щітки зчищають крейду з стрічки. Ваші варіанти...

Задача 9. Спортзал. Стрибки у висоту. Двоє учнів стоять біля стійок і у випадку невдалого стрибка прилаштовують на потрібну висоту планку. Запропонуйте вдосконалення.

Розв'язок: За А.С.№1020141 запропоновано планку, яка не падає, а розділяється на дві половинки, котрі повертаються і прилягають до стойок.

Задача 10. В гірничорудних кар'єрах одночасно працюють десятки, а то й сотні машин. Важки самоскиди, навантажені вугіллям, піском, рудою повільно піднімаються спіральною дорогою по краю кар'єру,

залишаючи за собою шлейфи диму. Як відфільтрувати вихлопні гази без значних затрат на встановлення і експлуатацію фільтрів?

Розв'язок: Фільтр повинен бути, щоб очищати повітря і його не повинно бути, щоб не ускладнювати систему. ІКР: Система сама забезпечує очистку. Отже, вихлопні гази слід пропустити через наявний "фільтр": пісок, щебінь, руду і т.д. (А.С.№1024311).

Задача 11. Умовою тривалого зберігання продуктів в морозильних камерах є те, що за період зберігання вони не повинні розморожуватись. Як визначити, чи розморожувались продукти в морозильній камері за вашої відсутності?

Розв'язок: Патент США №4114443: в морозильник поміщена пляшечка з прозорого пластика, напівзаповнена підфарбованою водою. Після замерзання води пляшечка розміщується горизонтально. Якщо було розморожування, то утвориться горизонтальний шар води, котрий при наступному ввімкненні морозильника знову замерзне.

Задача 12. Ранньої весни при посадці картоплі з'являється нематода – черв'як-шкідник, який в коконах може чекати не один рік. Він виповзає на запах картопляного соку і ушкоджує картоплю. Хімічні 欧мтоди боротьби небезпечні для лю仞ей, а не лише для шкідників, які з часом адаптуються до хімічних препаратів. Як бути?

Розв'язок: Маємо технічне протиріччя: картопля повинна бути, щоб її висаджувати, і не повинна бути, щоб не була ушкоджена нематодою. Пропонований розв'язок: картопляним соком обприскується ділянка. Нематода вилазить з коконів і гине, не маючи поживи.

Задача 13. Потрібно зібрати дуже дрібні деталі. Вони не притягуються магнітом і розміри не дозволяють брати їх пінцетом.

Розв'язок: Застосуємо явище змочування. Пропонований інструмент подібний до авторучки. Натискаємо ковпачок – виступає дрібна крапелька рідини і "приклеює" деталь.

Задача 14. Необхідно, щоб вода витікла з бака повільним струмком. Якщо зробити отвір маленьким, він буде засмічуватись. Як цього досягти без застосування краника?

Розв'язок: Протиріччя: отвір витоку в баці повинен бути маленьким, щоб вода витікала повільно, і не повинен бути маленьким, щоб не засмічуватись. Пропонується розділити протиріччя в просторі: отвір витоку – досить великий, а маленький – отвір, через який в бак надходить повітря замість води, що вилилась. Вода буде витікати повільно по мірі надходження повітря.

Задача 15. Відомо, що з допомогою тепла можна добути електроенергію: тепло нагріває воду, вода перетворюється в пару, пара обертає турбіну, з'єднану з ротором електрогенератора. Запропонуйте інший спосіб перетворень.

Розв'язок: Якщо спаяти кінці двох провідників з різних металів, то при різній температурі спаїв по провідниках побіжить електричний струм. Коефіцієнт корисної дії такої термопари невеликий і залежить від різниці температури спаїв та металів (напівпровідникові сучасні термопари мають досить високий к.к.д.). На цьому принципі ґрунтується багато пристроїв, особливо тих, що застосовується в походах, де нема джерел електроенергії. Це і живлення для електроприймачів та малопотужних освітлювальних пристроїв, і опріснювач морської води, в якому добута

електроенергія осаджує солі внаслідок електролізу, а отриману воду можна вживати тощо.

Задача 16. Потрібно вмонтувати в пристрій маленьку пружину. Пальцями або інструментом її не взяти: перед установкою її слід відпустити – вона вирветься.

Розв'язок: Маємо дві речовини: пристрій і пружинка. Очевидно, слід ввести поле. Якщо застосувати теплове поле – розв'язок очевидний: стиснену пружину вморозили в лід. Встановили, лід розтав, вода витекла, пружинка залишилась вмонтованою в пристрій

Задача 17. Хімічна обробка інсектицидами (речовини для боротьби з комахами) полів шкідлива і для людей. Запропонуйте безпечні шляхи вирішення проблеми.

Розв'язок: Можна запропонувати застосувати метод, котрий запобігає вимерзанню паростків при заморозках: пожежні машини з допомогою піногенераторів вкривають посіви піною, котра і захищає від холоду. Піна з сірчистим газом замість повітря добре знищує шкідників. Через кілька годин піна зруйнується, газ вивітриться і поля знову стануть безпечними для людей, тварин, птахів.

Задача 18. Звичайні електричні розетки не можна ставити в шахтах, де можуть збиратись вибухонебезпечні гази – адже при вмиканні вилки, внаслідок механічного розмикання електричного кола, виникають іскри, які можуть стати причиною вибуху. З іншого боку, такі розетки не можна використовувати під водою. Виникає проблема створення принципово нового пристрою, який буде виконувати роль розетки.

Розв'язок: Американські інженери запропонували досить цікавий

пристрій, який задовільняє дані вимоги. Така “розетка” і “вилка” мають вигляд розрізаного на дві частини трансформатора з однаковою кількістю витків в обох обмотках. Ці дві пропорційно подібні обмотки розміщені в герметичних футлярах. Одна з них (власне розетка) вмикається в коло змінного струму. Друга – до споживача електричної енергії (вилка). Для того, щоб по вторинній обмотці пішов струм, потрібно з’єднати між собою кінці осердя цієї розетки – трансформатора (Наука и жизнь. 1977.-№3 – с.131).

Задача 19. Деталі складних механізмів і приладів зберігають і перевозять упакованими в пластикову плівку. Після розконсервації потрібно бути переконаним в тому, що на них не залишилось ні одного, навіть самого маленького шматочка плівки. Як в цьому можна переконатись?

Розв’язок: До хімічного складу плівки потрібно добавити люмінофор, який при опроміненні ультрафіолетовими променями буде достатньо яскраво світитися, що можна легко помітити при денному світлі (патент США №3422265).

Задача 20. Відомо, що для утеплення приміщень рами вікон роблять подвійними. Повітря між рамами внаслідок незначної теплопровідності зменшує передачу тепла за межі приміщення. Чи не можна збільшити ефективність такого способу теплоізоляції?

Розв’язок: Італійська фірма “Унімак” розробила новий спосіб підвищення теплоізоляції вікон. Такі вікна складаються із подвійного скла, герметично посаженого в раму. За допомогою вакуумних насосів з проміжків між ними відкачується повітря. Створений таким чином вакуум є фактично ідеальним тепло ізолятором (і звукоізолятором). Використання таких вікон дозволяє зберегти біля 30% енергії, що надходить на

обігрівання приміщення (Изобретатель и рационализатор. – 1990.-№1.-с.43).

Задача 21. Зимою під час військово-польових зборів в наметі зробили пічку. З метою акумуляції тепла на неї поставили відкритий резервуар з водою. Але під час нагрівання вода починала інтенсивно випаровуватися, що створювало незручності: сирість, зменшення маси води. Один із солдатів запропонував... Що саме?

Розв'язок: Він запропонував на поверхню води налити масло.

Задача 22. Зимою і весною під час танення снігу на будівлях вода стікає в них по спеціально встановлених для цього водопровідних трубах. Але при коливаннях температури біля 0°С (вдень сніг і лід розтає, а вночі вода замерзає) всередині труби "виростає" велика льодяна бурулька, яка за певних умов може заповнити значну частину труби. При наступному нагріванні труби ця бурулька відривається від внутрішньої поверхні труби і з гуркотом падає вниз. Під час такого падіння, як правило, відривається нижня секція труби, в результаті чого люди можуть отримати травми. Чи не можна запобігти падінню такої маси льоду?

Розв'язок: Труба разом із бурулькою нагріваються за рахунок енергії сонячного випромінювання. Зрозуміло, що спочатку тане зовнішня частина бурульки, тобто та, що знаходиться ближче до поверхні труби. Падінню відталої бурульки можна запобігти, встановивши вздовж осі труби металевий арматурний стрижень або дріт, на якому вона і буде утримуватись майже до повного танення.

Задача 23. Відомо, що наповнена водою посудина, наприклад бочка

чи пляшка, після замерзання води розривається. Причиною цього є те, що

лід займає більший об’єм, ніж вода. Як можна запобігти цьому негативному явищу?

Розв’язок: В формулі винаходу (А.С.№641967) пропонується перед наповненням посудини водою помістити у воду гумовий м’яч, кульку і т.д. Така вставка буде деформуватися (стискуватися) під дією тиску замерзаючої води, залишаючи при цьому незруйнованою посудину.

Задача 24. Як можна за допомогою простих засобів оцінити висоту приміщення або печери?

Розв’язок: Можна використати повітряну кульку, яка піднімає за собою тоненьку нитку. Довжина нитки разом з діаметром кульки і буде рівною висоті приміщення або печери.

Задача 25. Уявіть собі чергу на АЗС: весь транспорт стоїть з працюючими двигунами, адже після того, як від’їде від колони машина із заправленим баком, інші повинні переїхати на вільні місця. І так після кожної наступної заправки. Зрозуміло, що це не тільки невигідно з точки зору економії (даремно згоряє паливо, зношуються деталі двигуна тощо), забруднюється навколишнє середовище, але і пожежонебезпечно – можуть спалахнути пари бензину.

Запропонуйте, як можна покращити ситуацію на АЗС без значних матеріальних затрат.

Розв’язок: Із самої умови можна зробити висновок про те, що потрібно зробити так, щоб під час перебування транспортних засобів на території станції їх двигуни не повинні працювати. Але при цьому потрібно забезпечити під’їзд транспорту до бензоколонки. Розв’язок простий. Винахідники запропонували зробити під’їздні платформи до

колонок з невеликим (3-4 – градусним) нахилом. Цього достатньо для того, щоб машина скочувалась з підвищення після того, як водій відпустить гальма.

Задача 26. Лампочка стоп-сигналу транспортного засобу загоряється тільки тоді, коли водій натискає на гальма. Для цього педаль з'єднана певним чином з вимикачем електричного кола, в яке включена лампочка стоп-сигналу. Але під час гальмування двигуном, як це робиться під час руху з гори, по слизькій дорозі або коли заклинить двигун чи механізм ходової частини, лампочка не загоряється. Зрозуміло, що це може стати причиною ДТП. Тому запропонуйте інший спосіб вмикання лампочки стоп-сигналу, який не був би зумовлений відповідними діями водія (натискання на гальмо).

Розв'язок: Винайдений інерційний датчик гальмування (патент Франції №2079759), який складається з циліндра, в якому може переміщуватися пружинний шток, і контактної системи. Даний шток і є інерційна маса. Під час гальмування транспортного засобу шток ще деякий час рухається вперед і замикає контакти, які керують роботою електричного кола.

Задача 27. Під дією пориву вітру дроти лінії електропередач можуть сильно розгойдуватися, що може призвести до негативних наслідків. Як можна запобігти цьому явищу?

Розв'язок: Формулою винаходу (А.С.№714509) пропонується в багатожильному проводі розміщувати один дріт більшого поперечного перерізу. Під час поривів вітру він буде гасити коливання, амплітуда коливань буде невеликою.

Задача 28. На заводі розкопали ділянку трубопроводу. Треба було уточнити: в яку сторону тече рідина в трубі? Простукували трубу на всі лади, прислухалися – нічого не вдавалося визначити.

- Будемо різати трубу,- сказав інженер.-Що поробиш...

І отут з'явився винахідник. – Навіщо різати? – здивувався він.

Що запропонував винахідник?

Розв'язок: Потрібно добудувати реполь. Є дві речовини – труба і рідина. Залишається додати поле. Задача проста, хоча на її рішення теж видане авторське свідоцтво. Необхідно використати теплове поле. Нагріти трубу. І по розповсюдженню тепла буде зрозуміло, в яку сторону рухається рідина.