

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК
ІНСТИТУТ ПЕДАГОГІКИ

А. М. Тарара

**ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ
УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ
ПРОЕКТНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Навчально-методичний посібник

Київ
Педагогічна думка
2014

УДК 373.5.016:62
ББК 74.263
Т19

*Рекомендовано до друку вченою радою
Інституту педагогіки НАПН України
(протокол №4 від 28 лютого 2013 року)*

Рецензенти:

В. В. Лапінський, кандидат фізико – математичних наук, доцент.

С. І. Самійленко, вчитель-методист, вчитель вищої категорії Броварського НВК, керівник методичного об'єднання вчителів трудового навчання м.Бровари

Тарара А.М.

Т19 Технічна творчість учнів основної школи у процесі проектної і технологічної діяльності: навчально – методичний посібник/ Тарара А.М.– К. : Педагогічна думка, 2014.– 134 с.

ISBN 978-966-644-370-3

У посібнику «Технічна творчість учнів основної школи у процесі проектної і технологічної діяльності» висвітлено широкий спектр дидактичних питань, що стосуються технічної творчості учнів основної школи, як основи їх підготовки до майбутньої творчої технічної діяльності на промисловому виробництві (зокрема, початкової профорієнтаційної та до профільної підготовки учнів 8-9 класів).

Значна увага у посібнику приділяється розгляду методичних питань: методики організації і реалізації різних типів творчої технічної діяльності учнів та добору її змістового компонента; принципів і критеріїв формування системи творчих завдань, винахідницьких задач для розвитку кмітливості, винахідливості, технічного творчого мислення і уяви учнів, здатності до фантазування; методів технічної творчості та методик розв'язування творчих технічних задач, способів оцінювання навчальних досягнень учнів і т. ін.

Особлива увага у посібнику акцентується на психологічних основах творчої діяльності людини та важливості їх врахування у процесі творчої технічної діяльності учнів (асоціативне мислення, асоціації, інтуїція, інертність мислення тощо).

Концепція посібника передбачає максимальний розвиток різнопланових творчих здібностей учнів: компетентностей у теоретичних питаннях технічної творчості, практичних умінь розроблення творчого проекту, що передбачає проектування і виготовлення технічних моделей і виробів реального застосування, вирішення творчих завдань, розв'язування винахідницьких задач тощо; сприяє формуванню творчої особистості учня.

Посібник містить значну кількість малюнків, які ілюструють методику формування і розвитку творчих технічних здібностей учнів.

Матеріал посібника з успіхом може бути використаний вчителями трудового навчання, керівниками гуртків технічної творчості, викладачами і студентами відповідних факультетів, а також учнями загальноосвітніх навчальних закладів.

УДК 373.5.016:62
ББК 74.263

ISBN 978-966-644-370-3

© Інститут педагогіки НАПН України, 2014.
© Тарара А. М., 2014.
© Педагогічна думка, 2014.

ЗМІСТ

Розділ I. Загальні проблеми технічної творчості учнів

I.1. Технічна творчість – вирішальний фактор прискорення науково-технічного прогресу й основа навчання учнів загальноосвітньої школи	5
I.2. Особливості та значення технічної творчості учнів	6
I.3. Технічна творчість учнів у історичній ретроспективі	12
I.4. Творчість, технічна творчість, творча особистість учнів як об'єкт наукових досліджень провідними науковцями	16

Розділ II. Теоретичні основи технічної творчості учнів

II.1. Технічна творчість, її зміст і структура	21
II.1.1. Основні поняття та визначення технічної творчості учнів	21
II.1.2. Загальнотеоретичні питання технічної творчості	27
II.1.3. Методи технічної творчої діяльності та їх класифікація	34
II.2. Психологічні основи технічної творчості та їх важливість для технічної творчої діяльності учнів	39
II.3. Виробничі та навчальні технології	44
II.4. Методи вирішення творчих технічних задач	47

Розділ III. Технічна творчість учнів основної школи на уроках з оволодіння технологіями як педагогічна проблема

III.1. Технічна творчість – засіб самореалізації творчої особистості. Визначення й обґрунтування змісту технічної творчої діяльності учнів у процесі проектування та конструювання технічного об'єкта	57
III.2. Технічна творчість учнів у процесі технологічної діяльності. Визначення й обґрунтування змісту творчої технологічної діяльності учнів	59
III.3. Технічне мислення учнів у процесі технічної творчості й особливості та способи його розвитку	61
III.4. Принципи та критерії добору змісту технічної творчості учнів у науковій літературі	69
III.5. Практичні завдання для технічної творчої діяльності учнів, їх сутність і творчі рівні. Принципи та критерії добору практичних завдань	71
III.6. Оцінювання результатів технічної творчості учнів	76
III.7. Навчальні винахідницькі задачі для розвитку творчого мислення учнів і методичні особливості їх добору	79

Розділ IV. Технічна творчість учнів 5-7 класів на уроках з оволодіння технологіями у процесі виконання творчих завдань з технічного моделювання

IV.1. Технології навчання учнів технічному моделюванню та їх творчі рівні	87
IV.2. Поняття «модель» і «метод моделювання». Метод моделювання в історичній ретроспективі	88
IV.3. Технічне моделювання як метод пізнання об'єктивної дійсності	90
IV.4. Загальна класифікація моделей та їх характеристика. Способи і типи моделювання	92
IV.5. Регулювання та випробування моделей. Випробування моделей як одне із завдань навчання учнів технологій	98
IV.6. Подібність у процесі технічного моделювання учнями	101
IV.7. Технічне моделювання – початковий етап навчання учнів конструюванню	102

Розділ V. Технічна творчість учнів 8-9 класів у процесі проектно-технологічної діяльності під час виконання творчих проектів із розроблення технічних моделей і реальних виробів як допрофільна підготовка	
V.1. Особливості творчої технічної діяльності учнів основної школи у процесі створення моделей і реальних виробів (у т.ч. в контексті допрофільної підготовки)	105
V.2. Проблеми впровадження ефективної методики проектно-технологічної діяльності учнів	105
V.3. Технічна творчість учнів у процесі проектно-технологічної діяльності з урахуванням завдань допрофільної підготовки	109
V.4. Дидактичні матеріали для проведення уроків із використанням проектно-технологічного підходу	113
V.5. Виявлення результативності проектно-технологічної діяльності учнів	118
Розділ VI. Тестові завдання для перевірки знань із загальних питань технічної творчості, проектно-технологічної та техніко-конструкторської діяльності.....	121
ЛІТЕРАТУРА.....	133

Технічна творчість – вирішальний фактор прискорення науково-технічного прогресу й основа навчання учнів загальноосвітньої школи

Науково-технічний прогрес, підвищення ефективності промислового виробництва можливі лише на основі застосування наукових досягнень у техніці та на виробництві, широкого впровадження результатів технічної творчості фахівців, до якої відносять проектування, конструювання, розроблення технологій, раціоналізацію та винахідництво. Науково-технічний прогрес неможливий без технічної творчості фахівців, яка забезпечує створення нової техніки, технологій, впровадження і використання наукових досягнень. Це вимагає підготовки творчих фахівців, здатних підійматися на рівень технічної творчості, закладаючи фундамент на майбутнє. Упливаючи на розвиток промислового виробництва, творча діяльність, у свою чергу, суттєво відбивається на суб'єкті творчості, стимулюючи творчі якості фахівців. У зв'язку з цим розв'язування питань підготовки підростаючого покоління до творчої праці, активної участі учнів у технічній творчості має велику соціальну значимість і отримує характер соціального замовлення в середній загальноосвітній школі. Досягнення науково-технічного прогресу суттєво впливають на характер виробництва та його технологію. Відбувся якісний стрибок у використанні автоматизованих ліній і мікроелектроніки, робототехніки, сучасних персональних комп'ютерів. Цивілізований світ нині, використовуючи комп'ютери, супутникові системи зв'язку, мережі передачі даних типу Інтернет, поступово перетворюється в гігантську інформаційну систему. Виникла наука про інформацію – інформатика, яка вивчає властивості, методи управління інформаційними потоками та їх використання, а також методи обробки інформації з метою її оптимального зберігання, пошуку та поширення.

Процес накопичення знань про природу та суспільство зумовив потужне зростання інтелектуального потенціалу людства. ХХІ ст. стало часом освіти, яка приносить особливо значимі здобутки. Уперше знання стають капіталом: капіталовкладення у сферу освіти, науки забезпечують безпосередній прибуток. У трудовій діяльності людини відбуваються суттєві зміни – вона набуває творчого характеру, що потребує високої загальнотрудової підготовки науково-технічних кадрів і професійної майстерності, творчого мислення та високих інтелектуальних здібностей.

Зазначимо загальні закономірності науково-технічного прогресу в контексті розвитку технічної творчості фахівців.

До **першої** закономірності слід віднести прискорення темпів розвитку науки та впровадження в практику результатів технічної творчості фахівців.

До **другої** необхідно віднести зміни в структурі наукових кадрів. Вона проявляється перш за все в постійному зростанні кількості творчих людей науки. Більшість серед них становлять «розроблювачі» – люди, які займаються втіленням творчих теоретичних розробок у практику. Звичайно, це не говорить про послаблення теоретичного ланцюга в науці, а навпаки підтверджує, що теорія піднялася на таку висоту, яка вимагає більш активної творчої діяльності «практиків».

Третя закономірність полягає в тому, що значно змінився період часу від відкриття до його практичного втілення.

До **четвертої** слід віднести посилення ролі моделювання як методу наукового обґрунтування результатів технічної творчості фахівців.

У зв'язку з цим необхідно посилити в такому контексті зміст технічної творчості учнів. До п'ятої закономірності відносимо напрям, пов'язаний із науковою організацією творчої праці людини.

Шостою слід визнати більш швидке поширення ідей і відкриттів.

Вказані закономірності враховуються в загальних тенденціях удосконалення середньої загальної освіти. Вони, перш за все, проявляються у високому науковому рівні сучасної середньої загальної освіти, коли школа постійно намагається «встигати» за розвитком наук, оскільки всі навчальні предмети відображають найповніші їх досягнення.

Заслуговує на увагу також той факт, що підвищення рівня механізації та комплексної автоматизації виробничих процесів у різних галузях промисловості вимагає не тільки вдосконалення професійної підготовки фахівців, а й творчого підходу до вирішення виробничо-технічних проблем, систематичної участі в раціоналізаторській і винахідницькій діяльності. Саме тому творчість і підготовка до творчої діяльності стають однією з основних проблем у житті сучасного суспільства. Тому надзвичайно актуальним є запитання: кого повинна готувати сучасна школа – простого виконавця чи **творчу особистість**? Для полегшення виконання поставленого завдання учневі необхідно пояснити, як саме слід усе зробити, які інструменти краще застосувати тощо. Натомість творча особистість не тільки самостійно добирає засоби та способи виконання поставленого завдання, а й думає, як краще це зробити, як раціоналізувати процес тощо.

Ураховуючи зазначене вище, можна зробити такий висновок: одним із найважливіших завдань сучасної школи є підготовка учнів до творчої діяльності на виробництві (чи в процесі подальшого навчання), вироблення у них умінь і навичок творчо застосовувати свої знання на практиці, формування активної творчої особистості.

I § 2

Особливості та значення технічної творчості учнів

Вимоги науково-технічного прогресу до творчої підготовки учнів загальноосвітніх шкіл змушують переглянути зміст, форми і методи науково-технічної творчості дітей. Водночас у середніх загальноосвітніх школах спостерігається недооцінка технічної творчості учнів як дієвого фактора навчання та виховання майбутніх фахівців.

Технічна творчість часто зводиться до репродуктивної діяльності (виготовлення моделей за зразком, копій відомих приладів і пристроїв). Така робота, безумовно, формує загальнотрудові вміння та навички, виховує працьовитість, інтерес до техніки. Однак компонентів творчості в ній явно недостатньо, якщо говорити про творчість майбутнього фахівця. На особливу увагу заслуговує технічна творчість школярів під час вивчення предмета «Технології» в урочний час.

Як зазначає В. П. Мельничук, створення і функціонування ефективних форм технічної творчості учнів пов'язане з низкою проблем, які можна розділити на п'ять груп.

До першої групи належать проблеми організаційно-методичного характеру:

- нині технічна творчість учнів не знайшла належного місця в системі навчально-виховного процесу;
- технічна творчість часто не підпорядкована конкретним завданням комплексної підготовки учнівської молоді та має абстрактний характер, не визначена її цільова функція в загальній системі виховання, зміст роботи;
- відсутні методичні рекомендації щодо технічної творчості учнів, що відображають специфіку й особливості її організації в нових соціально-економічних умовах;
- відсутні науково обгрунтовані програми методичної підготовки до творчої діяльності учнів;

- недостатньо використовуються соціально-економічні можливості технічної творчості школярів;
- не обґрунтовано систему психолого-педагогічної підготовки вчителів до керівництва технічною творчістю дітей;
- немає необхідної кількості сучасної літератури для практичного використання в організації технічної творчості учнів.

До другої групи належать технічні проблеми:

- відсутня матеріально-технічна база для виконання комплексу творчих робіт на належному технічному, технологічному, естетичному й організаційному рівнях;
- не розв'язано питання централізованого забезпечення сільських середніх загальноосвітніх шкіл матеріалами, комплектуючими виробами, інструментами, обладнанням для технічної творчості учнів.

До третьої групи віднесено фінансові проблеми:

- не передбачено фінансування на потреби технічної творчості учнів по лінії МОНмолодьспорту України;
- в умовах становлення ринкової економіки практично зникла допомога базових підприємств матеріалами та комплектуючими виробами.

Четверта група проблем – правові:

- не розроблено положення про конструкторську, дослідну і творчу роботу в сільських середніх загальноосвітніх школах в умовах ринкової економіки, а також положення про базове підприємство;
- не передбачено пільги для абітурієнтів вищих закладів освіти, які брали активну участь у технічній творчості.

До п'ятої групи проблем належать суб'єктивні фактори:

- бракує вчителів, які бажують в умовах економічної скрути вдосконалювати форми технічної творчості учнів, очолювати експериментально-конструкторські бюро;
- відсутній досвід організації технічної творчості дітей в умовах ринкової економіки;
- участь учителів у експериментально-конструкторській роботі, керівництві гуртками технічної творчості не є наразі обов'язковим компонентом їхньої професійної діяльності.

Форми технічної творчості учнів безупинно розвиваються. При цьому перевірку життям проходять її зміст, форми та методи роботи. Вони видозмінюються й удосконалюються залежно від завдань виховання та навчання в той або інший період розвитку економіки і культури країни, розвитку школи.

Нині технічна творчість учнів – один із найважливіших засобів розвитку творчих здібностей, політехнічного навчання і трудового виховання. Вона сприяє: формуванню в школярів стійкого інтересу до техніки; розвитку технічного мислення, схильностей до раціоналізаторства та винахідництва; підвищенню наукового рівня. Саме технічна творчість учнів формує людину-творця, закохану у свою справу, готову до творчого пошуку, самоосвіти та самовдосконалення.

Вимоги реформування технологічної освіти учнів загальноосвітньої школи зумовлюють перегляд змісту, форм і методів їх науково-технічної творчості.

На сучасному етапі широке впровадження нових виробничих процесів потребує від молодих інженерів, техніків, робітників високого інтелектуального розвитку, глибоких знань науково-технічних, економічних основ виробництва, свідомого творчого ставлення до праці.

Сприяючи оволодінню знаннями, необхідними учням для продовження навчання у ВНЗ, сучасна школа покликана орієнтувати молодь і на працю в різних галузях промислового виробництва. Трудове виховання розглядається нині не лише як один із найважливіших факторів формування особистості, а й як засіб задоволення потреби народного господарства

України в трудових ресурсах. Важливе значення має безпосередня участь усіх школярів у систематичній виробничій праці.

У процесі шкільного виховання та навчання учні повинні отримати чітке уявлення про основи сучасного промислового та сільськогосподарського виробництва, будівництва, транспорту, сфери обслуговування. При цьому в них формуються необхідні навички й уміння, прищеплюється інтерес до тієї чи іншої професії. Завдання сучасної системи трудового виховання, навчання та профорієнтації полягає в тому, щоб на момент закінчення неповної середньої школи підвести учнів до обдуманого вибору професії та відповідного навчального закладу для продовження навчання.



Рис.1 Технічна творчість школярів

Отже, велика роль у розв'язанні цього завдання **відводиться технічній творчості школярів на уроках трудового навчання** (рис. 1). Першорядним є питання про зміст і спрямованість такої діяльності, її організаційні форми та методи. При цьому необхідно враховувати, що нове в дитячій технічній творчості, в основному, має суб'єктивний характер. Учні часто винаходять вже винайдене, а виготовлений виріб або ухвалене рішення є новим тільки для його творця, проте педагогічна користь творчої праці є безперечною. Результат творчої діяльності учнів – комплекс якостей творчої особистості: розумова активність, прагнення здобувати знання та формувати уміння для виконання практичної роботи, самостійність у вирішенні поставленого завдання, працьовитість, винахідливість тощо.

Аналіз психолого-педагогічних досліджень і досвіду дає змогу дійти висновку, що технічна творчість створює сприятливі умови для розвитку технічного мислення учнів (детально це буде викладено нижче).

Велике значення технічна творчість має для формування технічних понять, просторових уявлень, умінь складати та читати креслення і схеми. У процесі технічної творчості учні неминуче вдосконалюють свою майстерність у володінні верстатним устаткуванням та інструментами.

Важливе значення технічна творчість має для розширення політехнічного кругозору школярів. У процесі творчої технічної діяльності учні стикаються з потребою в додаткових

знаннях про техніку: у вивченні спеціальної літератури, ознайомленні з новинками техніки, консультаціях фахівців.

Творча діяльність сприяє формуванню у школярів перетворюючого ставлення до навколишньої дійсності. У людини, яка не займається творчою діяльністю, виробляється схильність до загальноприйнятих поглядів і думок. Це призводить до того, що у своїй діяльності, роботі та мисленні вона не може вийти за межі відомого. З часом стереотип такої діяльності закріплюється та породжує відсталість мислення, якої людині важко позбутися. Якщо ж із раннього віку дітей включати у творчу діяльність, то у них розвиваються допитливість, гнучкість мислення, пам'ять, здібність до оцінювання, бачення проблем, здатність передбачення та інші якості, характерні для людини з розвиненим інтелектом. Із віком ці якості зміцнюються, удосконалюються і стають невід'ємними рисами особистості людини.

Велике значення у творчій діяльності має безперервність творчого процесу. Практика показує, що епізодична творча діяльність є малоефективною. Вона може викликати інтерес до конкретної виконуваної роботи, активізувати пізнавальну діяльність під час її виконання, може навіть сприяти виникненню проблемної ситуації. Однак епізодична творча діяльність ніколи не спонукає розвитку творчого ставлення до праці, прагнення до винахідництва і раціоналізації, експериментаторської та дослідницької роботи, тобто до розвитку творчих якостей особистості. Як свідчить досвід, безперервна, систематична творча діяльність упродовж усіх років навчання в школі неодмінно забезпечує виховання стійкого інтересу до творчої праці.

Велике значення у вихованні творчих рис особистості має результативність творчої праці. Тому особливу цінність має праця, спрямована на вдосконалення виробництва, підвищення ефективності устаткування тощо. Економічний ефект творчих зусиль є могутнім стимулом до творчої діяльності. Досвідчені вчителі, керівники гуртків технічної творчості використовують це в практичній роботі з допомогою встановлення зв'язків із виробництвом. Ознайомлюючись із виробництвом, учні знаходять можливість для вдосконалення устаткування, інструментів, технологічних процесів, а потім формують технічні завдання та розробляють їх, нерідко знаходячи такі рішення, які є раціоналізаторськими пропозиціями і навіть винаходами.

Вимога результативності особливо важлива, оскільки отримуваний результат викликає позитивний емоційний настрій, стимулює творчу активність учнів. Результат творчої діяльності слід розглядати не тільки стосовно кінцевого продукту, а й кожного етапу виконання творчого завдання.

Відомо, що творча технічна діяльність у галузі виробництва полягає у розв'язуванні конструкторських, технологічних та організаційно-економічних завдань. Оскільки завданням сучасної школи, педагогічної науки є підготовка молоді до творчої діяльності в галузі виробництва, більшість науковців такими ж компонентами визначають і зміст технічної творчості учнів. Ці компоненти є досить близькими й до етапів проектно-технологічної діяльності учнів основної школи та їх змісту.

На думку більшості науковців, під технічною творчістю взагалі розуміють цілеспрямовану діяльність людини, результатом якої є створення принципово нових технічних об'єктів, а також удосконалення конструкції виробів, знарядь праці, технологічних процесів, планування праці тощо. Щодо технічної творчості учнів, то під «новим» здебільшого розуміють суб'єктивну новизну того, що зроблено учнями.

У контексті зазначеного досить важливим є визначення причин, які можуть перешкоджати розвитку технічної творчості школярів.

Вітчизняні та зарубіжні вчені-психологи визначали низку факторів, що перешкоджають творчому процесові, розвитку творчого мислення.

1. Причини, що об'єднуються під загальною назвою «конформізм». Це такі риси та дії людини, як податливість, наслідування, легка навіюваність, бажання бути схожим на інших, відсутність самостійності, що часто закладаються ще в дитинстві. Для дитячого віку надзвичайно важливими є розуміння і підтримка дорослих. Нехтування, критика, зверхність до перших дитячих фантазій ламає, травмує дитячу душу. Малюк стає боязким, замкнутим – в очах дорослих не хоче бути посміховиськом.

2. Несміливість висловлювати власні незвичні творчі ідеї. У такому разі людина схильна до пасивного реагування на довколишній світ. Бажання творчо розв'язувати нагальні проблеми не виникає. На практиці це прийнято називати внутрішньою та зовнішньою цензурою.

3. Недостатні рухливість і переключення мислення до нових вимог, які психологи називають ригідністю. Наприклад, типові шкільні методи допомагають закріпити здобуті знання, однак не дають можливості по-новому навчати, ставити і розв'язувати проблеми, удосконалювати існуючі рішення.

4. Намагання швидко знайти вирішення певного завдання, проблеми, що часто призводить до прийняття непродуманих рішень і є перешкодою для розвитку творчого мислення.

5. Відсутність критичного мислення, уміння прискіпливо перевіряти результат. У творчій людини повинно бути розумне поєднання творчого та критичного мислення.

6. Схильність до завищеної оцінки отриманих результатів при одночасному запереченні інших способів виконання завдання.

Водночас визначено низку критеріїв, на основі яких можна встановити рівень сформованості творчого мислення учнів.

1. Здатність відчувати нові проблеми і формулювати їх.

2. Здатність до аналізу та узагальнення явищ, не пов'язаних між собою очевидним зовнішнім зв'язком. Конвергентні мислителі (обережні, нетворчі, репродуктивні) обмежуються вузькими рамками однієї структури, бачать лише зовнішні та прямі функції предметів. Люди з творчим мисленням, тобто дивергентні мислителі, здатні до широкого та сутнісного бачення світу. У навчальній діяльності вони виходять за рамки шаблонів, розв'язують задачу шляхом усебічного теоретичного та діалектного аналізу умов, а знайдені ходи узагальнюють для розв'язання будь-якої задачі.

3. Здатність до розумових дій і вироблення творчих ідей. Людина може уявити те, що отримає внаслідок докладених зусиль, планувати шляхи досягнення мети та розробляти спосіб отримання необхідного результату. Творча особистість може включати предмет у різноманітні зв'язки. Такий учень легко генерує ідеї, а кількість висунутих за певний час ідей стає показником розвитку його творчих здібностей.

4. Здатність до моделювання та гнучкого розв'язання проблеми. Це дає можливість досить швидко переходити від однієї категорії до іншої, від одного способу розв'язання до іншого. Людина здатна замінювати одні об'єкти іншими, у тому числі їх моделями. Творчому мисленню властива відсутність внутрішньої та зовнішньої ригідності.

5. Здатність до рефлексії та оригінального підходу до проблеми, що виражається в самостійності, незвичайності, оригінальності розв'язків стосовно традиційних способів. Людина може осмислювати свої дії, пізнаючи таким чином їх основу.

Творча діяльність учнів і дорослих має багато спільного та відмінного. До спільного можна віднести: 1) виробу, що створено незалежно від суспільного значення наслідків праці і є результатом копії, напруженої діяльності; 2) творчість учнів і дорослих має однакову психофізіологічну основу, тобто всі розумові операції в процесі творчої діяльності схожі; 3) творча діяльність учнів характеризується такими ж етапами, що й творча діяльність дорослих.

Відмінним є: 1) робота конструктора здебільшого закінчується розробленням технічної документації, а виготовлення дослідного зразка та промислове виготовлення передається

іншим. Стосовно учнів це неприпустимо. Сконструювати об'єкт для школяра – це не тільки розробити креслення, а й виготовити його; 2) конструктор зобов'язаний мати відповідний рівень технічних знань, умінь, досвід роботи. Конструювання ж у навчальному процесі передбачає, навпаки, розвиток знань і здібностей учнів у певній технічній галузі; 3) творчість дітей має суб'єктивний характер; 4) технічна творчість учнів відзначається нижчим рівнем самостійності.

Як показує досвід, учні з інтересом працюють над ідеєю на різних рівнях складності її вирішення. Тобто за умови наступності техніко-конструкторської діяльності інтерес дітей не лише не втрачається, а й посилюється. Наступність простежується в конструюванні засобів праці з різним рівнем складності, конструюванні інструментів, механізмів, верстатів, що характеризує триступеневу модель вибору об'єктів конструювання.

Творча діяльність учнів має низку особливостей.

1. За невеликим винятком вони створюють нові вироби, що не мають суспільного значення, тобто створюють нове для себе, натомість суспільству це нове вже відомо. Отже, таке нове має суб'єктивний характер, проте з погляду психології праця учнів не позбавляється при цьому творчого характеру, адже в її процесі діти роблять для себе відкриття. Для розвитку здібностей учнів, навчання їх технічної творчості характер новизни (об'єктивний чи суб'єктивний) не має значення.

2. Навчальний характер дитячої технічної творчості висуває на перший план не результати творчої діяльності, а підготовку до неї в майбутньому у виробничих умовах. Основним джерелом творчої діяльності учнів повинен бути досвід, нагромаджений у цій галузі та переданий у доступній формі в процесі навчання.

3. Творча діяльність учнів відзначається нижчим рівнем самостійності.

З наведених особливостей технічної творчої діяльності школярів видно, що вона можлива лише за систематичного та цілеспрямованого педагогічного керівництва, а щоб воно досягло мети, потрібні певні умови:

1. Створення необхідних умов для самостійних дій учнів у процесі праці.

Відоме положення про те, що формування всіх якостей і властивостей особистості відбувається в процесі діяльності, однаковою мірою стосується й розвитку творчих сил і здібностей. При цьому діяльність під час виконання завдань повинна забезпечувати досить високий рівень інтелектуальної активності. Це передбачає можливість для самостійних дій учнів у процесі праці. На заняттях у навчальних майстернях це завдання може бути успішно розв'язане способом формулювання трудових завдань, за якого виключається повна регламентація дій учнів.

2. Підведення учнів до творчої ідеї або пряма постановка перед ними творчих питань і завдань. В умовах діяльності людей у сфері матеріального виробництва творча ідея або завдання виникає під впливом запитів громадського життя, потреб у нових продуктах праці. В умовах навчальної роботи на уроках праці учні також можуть в окремих випадках самостійно усвідомлювати наявність тих або інших завдань, розв'язання яких сприяє розвитку їх творчих сил і здібностей. Разом з тим переважній більшості важко самостійно усвідомлювати такі завдання, а ті завдання, що перед ними постають, мають здебільшого випадковий характер. Тому учнів слід не тільки включати в діяльність, що містить у собі можливості до прояву самостійних дій, а й підводити їх до усвідомлення цієї можливості; стимулювати їх до того, щоб закладена у трудовому завданні можливість була ними використана.

3. Стимулювання учнів до мобілізації та застосування загальнотеоретичних і політехнічних знань для розв'язання творчих завдань. Як відомо, творча діяльність можлива на основі певних знань, умінь і навичок. Проте школярі не завжди вміють застосовувати свої знання на практиці, а отже, не завжди можуть самостійно долати труднощі в процесі виконання

трудового завдання. Застосування різноманітних педагогічних прийомів повинно сприяти встановленню в учнів зв'язків між їхніми знаннями та завданнями, які треба розв'язати.

4. Застосування різних педагогічних прийомів стимулювання інтелектуальної активності учнів при виконанні ними завдань творчого характеру. Вивчення трудової діяльності на уроках праці показало, що в разі дотримання зазначених вище трьох умов рівень активності дітей не завжди буває однаковим, оскільки вони не завжди однаковою мірою мобілізують свої психофізичні сили для розв'язання завдань творчого характеру. Зокрема учні середнього шкільного віку, що легко переключають увагу з одного предмета на інший, з більшою зацікавленістю виконують завдання, стають уважнішими під час роботи, більше зусиль докладають для подолання труднощів, що виникають у процесі праці. Унаслідок цього результати роботи стають значно кращими.

I § 3

Технічна творчість учнів у історичній ретроспективі

Першу в Україні дитячу технічну станцію (далі – ТС) було відкрито 1927 року в м. Києві. Її основним завданням стала допомога школам у створенні майстерень і технічних гуртків, організація районних технічних станцій, підготовка керівників гуртків тощо. Передбачалися видання методичної літератури, узагальнення й поширення досвіду роботи технічних гуртків, організація курсів і семінарів для керівників гуртків, виставок, змагань та інших масових заходів із техніки. Працівники станції готували методичні листівки, залучаючи до цієї роботи вчителів, спеціалістів політехнічного інституту, співробітників Академії наук України. З усіх кінців країни на Київську станцію надходили листи, у яких учителі ставили багато запитань, просили методичної допомоги, радилися, як виготовити ту чи іншу модель, прилад, машину.

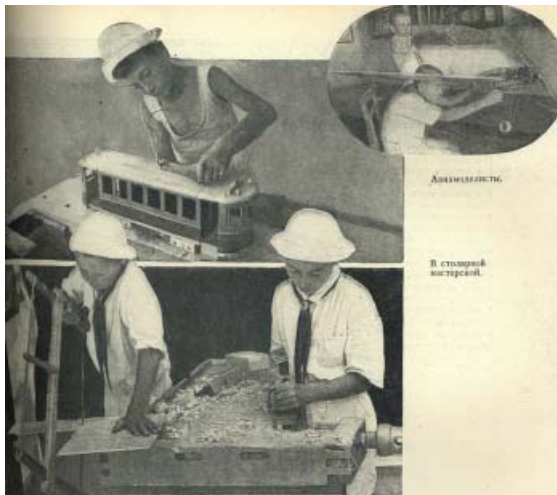


Рис. 2 Технічна творчість школярів в минулому

Зазначене зумовило створення низки районних дитячих технічних станцій. Першими з них були Ржищівська, Обухівська, Васильківська і ряд інших. Усі вони згодом стали методичними центрами розвитку технічної творчості учнів (рис. 2). Рух юних техніків набрав найбільшого розмаху після створення в м. Харкові Республіканської дитячої станції, яка надавала необхідні консультації, методичну та практичну допомогу, організувала республіканські конкурси, змагання, виставки. У цей час в усіх областях республіки створюються

дитячі технічні станції. Участь у технічних гуртках вважалася важливою справою, якій допомагали робітники, фахівці з розвитку дитячої технічної творчості.

Розвиток технічної творчості школярів загальмувався в 1937 році після ліквідації уроків праці. Позашкільні установи концентрували діяльність лише в межах своїх лабораторій, вплив на активність школярів помітно слабшав. Ця робота проводилася в основному з найбільш здібними дітьми, особлива увага приділялася винахідництву. Моделювання перетворюється на самоціль, завдання виховного характеру відсуваються на задній план, а іноді зовсім ігноруються. Проявляється замкнутість роботи станцій юних техніків, їх відірваність від школи.

Для активізації дитячої технічної творчості в ці роки розробляються програми та інші інструктивно-методичні матеріали з питань позакласної та позашкільної роботи, залучаються вчені Академії наук. Як результат – знову поступово починає розгортатися технічна творчість юних. У дитячих парках, піонерських таборах, на дитячих літніх майданчиках проводяться масові заходи для заохочення дітей до технічної творчості: конкурси, виставки, технічні творчі ігри, змагання юних авіамоделістів тощо. Центром цієї роботи стає загальноосвітня школа.

Починаючи з 1938 року в Україні відновлюється рух зі створення дитячих технічних станцій. Уже на кінець 1938 року функціонувало 127 дитячих технічних станцій, які надавали значну допомогу школам щодо організації та проведення позакласної роботи з різних галузей техніки. На станціях юних техніків організовувалися дні відкритих дверей, на яких школярі могли не лише отримати консультації, а й попрацювати в лабораторіях і майстернях.

Діяльність учнів на технічних станціях певною мірою допомагала усунути відрив навчання в школі від підготовки до практичної діяльності. Тисячі юних техніків, працюючи в гуртках і лабораторіях, наполегливо оволодівали навичками праці та моделювання. У цілому позашкільна робота сприяла глибшому засвоєнню наукових знань, пробуджувала інтерес до творчої праці, конструкторської діяльності, винахідництва тощо.

Діяльність юних техніків зупинила Велика Вітчизняна війна. Робота гуртків технічної творчості в цей період була підпорядкована одній меті – допомогти фронту. Юні техніки допомагали всюди, де в цьому була потреба: в автогаражах, ремонті електромереж, радіофікації військових госпіталів тощо.

Найбільш поширеними на той час були радіогуртки (рис. 3), гуртки юних автомобілістів, трактористів, гуртки аеродромної служби та інші. У повоєнний період основним напрямом роботи позашкільних закладів стало надання допомоги школі в поліпшенні навчально-виховної роботи. У 1946 році в Україні було прийнято постанови «Про заходи до поліпшення позашкільної роботи з дітьми», «Про заходи до поліпшення позашкільної роботи з дітьми в містах Української РСР в літній період 1948 року». Цього ж року.

Міністерством освіти УРСР було затверджено «Положення про станції юних техніків».

Важливо зазначити, що вчені та фахівці народного господарства надавали значну допомогу школам і позашкільним закладам у розширенні науково-технічного світогляду учнів.



Рис. 3 На радіогуртку

Організуються лекції, олімпіади, зустрічі, вечори, екскурсії до вузів і науково-дослідних інститутів. На станціях юних техніків і в Будинках піонерів проводяться предметні олімпіади з фізики, математики, хімії, організуються клуби юних майстрів, юних техніків, виготовляються прилади та наочні посібники для шкіл.

У цей час значно поширилася діяльність обласних станцій юних техніків, що стали інструктивно-методичними центрами розвитку технічної творчості школярів. Вони спрямовували діяльність технічних гуртків і окремих юних техніків у єдине русло, рекомендували такі теми для роботи, які були пов'язані з потребами народного господарства області, республіки. З цією метою в багатьох областях проводяться конкурси, зльоти, огляди, змагання та інші масові заходи з техніки.



Рис. 4 Налагодження сільськогосподарської техніки минулого

Важливого значення набула діяльність спеціалізованих гуртків трактористів, комбайнерів, шоферів, електромонтерів, слюсарів, токарів тощо. (рис. 4). Юні техніки працюють не лише в кабінетах і лабораторіях, а й безпосередньо на МТС, у колгоспах, на підприємствах.

Із 1956 року набирає широкого розмаху досить цікавий вид технічної творчості школярів – моделювання автомобілів, кораблів (рис. 5). Центральна та обласні станції юних техніків поряд із традиційними змаганнями авіамоделістів проводили республіканські та обласні змагання авто- та судномоделістів.

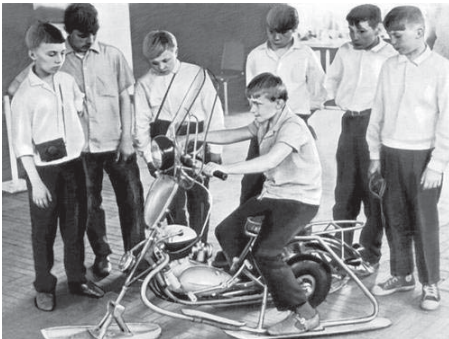


Рис. 5 На гуртку автомобілістів і побудови вітрильних суден

Слід зазначити, що в Україні в 1970-х роках працювали 94 станції юних техніків, близько 820 технічних клубів, 50 тисяч технічних гуртків, в яких у вільний від навчання час займалися моделюванням і конструюванням 500 тисяч учнів. Керували юними умільцями вчителі-ентузіасти, які не шкодували сил і часу для виховання підростаючого покоління. Вони прищеплювали любов до техніки, знайомили школярів із досягненнями науки і техніки, розвивали технічне мислення та кмітливість, творчі вміння, навички, здібності, допомагали школярам свідомо обрати свою майбутню сферу діяльності. Гуртки працювали в школах, позашкільних закладах освіти, а також при управліннях, профспілкових клубах, ПТУ тощо.

Важливо відзначити й той факт, що станції юних техніків допомагали школам в організації технічної самодіяльності учнів, у налагодженні гурткової та масової роботи з техніки. Великого значення набули заочні форми роботи (телевізійні клуби, конкурси, огляди тощо); організація пересувних виставок і консультаційних пунктів; проведення воєнізованих, технічних ігор і змагань з технічних видів спорту тощо.

За необхідних умов (наявність низки активно працюючих гуртків, тісний зв'язок із науковими закладами) переходили до вищих організаційних форм технічної та наукової роботи учнів – Малих академій, наукових товариств школярів, самодіяльних міжшкільних технічних клубів тощо.

У цей час в Україні проводяться республіканські змагання з 9 видів технічної творчості: авіамодельного, ракетомодельного, автомодельного, судномодельного, радіоспорту тощо (рис. 6). На цих змаганнях юні техніки демонстрували широку технічну та спортивну майстерність.



Рис. 6 Результати технічної творчості учнів у 70-ті роки

Досить важливим напрямом технічної творчості у 80-ті роки були раціоналізація та винахідництво. Республіканська станція юних техніків орієнтувала роботу технічних гуртків на впровадження досягнень науки і техніки в народне господарство. Видавалися методичні розробки: «Раціоналізація і винахідництво у школах та позашкільних закладах», «Матеріали з питань раціоналізації та винахідництва», «Теорія і практика рішення організації та проведення занять в гуртках юних винахідників і раціоналізаторів» тощо.

Одним із пріоритетних напрямів того періоду був розвиток обчислювальної техніки та програмування. Обласні станції юних техніків відкривали спеціальні класи, організовували гуртки в школах і позашкільних закладах.

У 1991 році Республіканську станцію юних техніків було перейменовано на «Український державний центр науково-технічної творчості учнівської молоді». Перейменовуються також обласні, міські та районні СЮТ (рис. 7). Змінюється не тільки назва закладів, змінюються

й форми та методи роботи. Президією Академії наук України спільно з Міністерством освіти України, іншими міністерствами та відомствами було прийнято «Комплексну програму пошуку, навчання і виховання обдарованих дітей та молоді «Творча обдарованість», яка передбачала принципово новий етап роботи зі здібними й обдарованими дітьми та молоддю України.



Рис. 7. Івано-Франківський обласний державний центр науково-технічної творчості

Результати діяльності учнів у технічних гуртках дають підстави зробити такі висновки:

1) участь підлітків та юнаків у роботі гуртків технічної творчості, на станції юних техніків є спонукальним фактором і вихідною опорою їх самореалізації на багато років, що підтверджується життєвим досвідом багатьох гуртківців; 2) інтерес до творчості, нестандартного мислення, винахідництва у гуртківців певною мірою вищий, ніж в учнів середніх загальноосвітніх закладів; 3) введення різноваріантних упливів з позицій педагогіки, евристики суттєво збільшує такі інтереси та забезпечує підвищення творчої активності, сприяє формуванню евристичних умінь і навичок.

Останніми роками, зважаючи на ринкові умови, роль гурткової технічної творчості значно зменшилася. Саме тому нагальним є питання розвитку технічної творчості учнів під час навчальних занять на уроках курсу «Технології». Це обумовлює розроблення нового змісту навчального предмета «Технології», у якому технічна творчість учнів на урочних заняттях зайняла б провідне місце.

I § 4

Творчість, технічна творчість, творча особистість учнів як об'єкт наукових досліджень провідними науковцями



Рис. 8 А.В. Брушлінський

Грунтовне дослідження творчості відомими вченими розпочалося в 50-х роках ХХ століття. Так, С.Л. Рубінштейн, Л.І. Анциферова, А.В. Брушлінський (рис. 8), О.М. Матюшкін та інші вивчали суб'єктивно усвідомлені ланки творчої діяльності. Вважаючи, що мислення виникає з проблемної ситуації та спрямоване на її розв'язування, вони вивчали процесуальний бік творчих актів.

У різностороннє дослідження теорії творчості значний внесок зробили Г.С. Батищев (рис. 9), М.А. Венгоренко, Г.А. Да-

видова, Б. М. Кедров, А. М. Коршунов, В. Ф. Овчинніков, Л. В. Сохань, А. П. Шептулін, В. І. Шинкарук, А. Г. Шумілін та інші.

Розвиток творчих здібностей особистості є важливою умовою культурного прогресу суспільства та виховання людини.

Учений П. К. Енгельмеєр стверджував, що творчість – характеристика організму, який має схильність до розвитку, а дію творчого потенціалу людини розглядав як не просто сукупність відповідних якостей особистості, а їх складний взаємозв'язок.

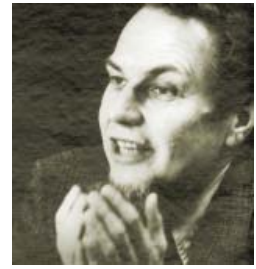
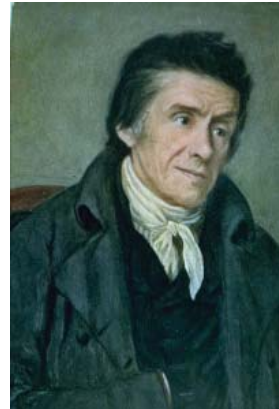


Рис. 9 Г.С. Батищев



Рис. 10. Я. А. Коменський



І.Г. Песталоцці

Свої педагогічні теорії Я. А. Коменський та І. Г. Песталоцці базували на основі принципу доцільності, врахування психологічного розвитку.

Питання сприйняття, засвоєння та закріплення знань, розвитку мислення в процесі навчання на основі психології та фізіології детально розробив К. Д. Ушинський.



Рис. 11 В.О. Сухомлинський

Дослідник В. О. Сухомлинський (рис. 11) писав, що у кожній людині є задатки, обдарування, талант до певного виду або кількох видів (галузей) діяльності. Саме цю індивідуаль-

ність потрібно вміло розпізнавати, направляти життєву практику учня таким шляхом, щоб у кожний період розвитку дитина досягла своєї вершини.

Творчі ідеї з'являються, коли особистість відчуває потребу щось змінити, вдосконалити. Процес творчості поєднує традиції та новаторство.

На думку А. З. Рахімова, творче мислення повинно бути діалектичним, оскільки для нього характерним є цілісне пізнання предмета в його глибинних взаємозв'язках.

Психологи і педагоги стверджують, що технічна творчість може проявлятися незалежно від віку людини в усіх галузях її діяльності. Усі без винятку люди певною мірою володіють творчим потенціалом, тому ми можемо наголошувати на необхідності залучення всіх учнів до творчої діяльності з раннього віку, інакше дитина зазнає непоправних утрат.

Виділяючи технічну творчість серед інших видів діяльності, можна відзначити, що, з'явившись на основі поєднання розумової та фізичної праці, вона є вираженням єдності цих двох соціально обумовлених протилежностей, матеріалізації наукових знань, покликана вирішити в першу чергу утилітарні проблеми суспільства, пов'язані з виробництвом матеріальних благ.

Творча діяльність пояснюється теорією відображення і базується на матеріальній, чуттєво-предметній діяльності, спрямованій на перетворення та створення людиною природного середовища з метою задоволення своїх потреб.

Сутність технічної творчості учнів, за словами В. М. Аридіна, полягає в тому, що здійснюються такі дії, які поряд із повторенням раніше відомого включають елементи нового, знайденого на основі наявних знань і практичного досвіду. Є різні підходи до визначення поняття «технічна творчість». Учені П. М. Андріанов і В. Д. Путилін дають таке визначення технічної творчості учнів: «... Це діяльність учнів у галузі техніки, результат якої має особисту або суспільну значимість і суб'єктивну або об'єктивну новизну. Під результатами технічної творчості слід розуміти не лише технічні об'єкти, але й певні способи їх створення та вдосконалення».

Технічна творчість учнів, на думку І. І. Баки, є видом конструкторсько-технологічної діяльності, у результаті якої створюється продукт, що має корисність і об'єктивну або суб'єктивну новизну. Продуктом технічної творчої діяльності може бути новий оригінальний спосіб вирішення технічної задачі, пропозиції на вдосконалення технологічного процесу, доконструювання існуючих технічних пристроїв або їх моделей.

Питання технічної творчості учнів середніх загальноосвітніх шкіл з урахуванням їхніх вікових особливостей, а також ефективні шляхи і засоби формування техніко-конструкторських знань і вмінь досліджували такі науковці: В. Є. Алексеев, П. М. Андріанов, П. Р. Атутов, Ю. К. Васильєв, В. І. Качнев, М. Д. Левитов, А. Я. Матвійчук, А. А. Пермьяков, Е. О. Фарапонова.

Так, В. Є. Алексеев, П. М. Андріанов розробили педагогічні основи розвитку технічної творчості з елементами формування техніко-конструкторських знань і вмінь. Інші науковці (А. Д. Корнійчук, В. Г. Ткаченко) розглядають техніко-конструкторські знання та вміння у плані технічної творчості.

Як зазначають М. І. Махмутов, А. А. Мізрах, Є. С. Рапацевич та інші, здебільшого система принципів і способів трудового навчання не забезпечує розвиток самостійного мислення учнів і формування їхнього інтересу до конструювання.

Саме тому підготовку до праці слід здійснювати з максимальною орієнтацією на творчість, а завдання сучасної школи – підготовка учнів до творчої діяльності на виробництві.

Творча особистість. Найголовнішою проблемою вивчення теорії творчості є сама творча особистість. Її визначенню у філософській, педагогічній, психологічній літературі приділено значну увагу.

Зокрема П. П. Лямцев зазначав, що особистість, перш за все, є предметом соціально-філософського дослідження. У своїй монографії він посилається на С. Л. Рубінштейна (рис. 12), який відмічав, що поняття «особистість» є суспільною, а не психологічною категорією,

а соціально-філософська (загальносоціальна) теорія особистості виступає методологічною основою для всіх інших наук, які займаються її дослідженням.



Рис. 12. С.Л. Рубінштейн

Творча особистість характеризується наявністю у неї «...здібностей, мотивів, знань і вмінь, завдяки яким створюється продукт, що відрізняється новизною, оригінальністю».

На думку автора теорії творчості – еврилогії – П. К. Енгельмеєра, «творча особистість являє собою прогресивний елемент, який дає все нове».

Учений В. І. Андрєєв визначає творчу особистість як індивіда, який володіє високим рівнем знань, потягом до нового, оригінального, який уміє відкинути звичайне, шаблонне. Для неї потреба у творчості є життєвою необхідністю, а творчий стиль діяльності – найбільш характерним. Головним показником такої особистості, її найголовнішою ознакою є творчі здібності, тобто індивідуально-психологічні здібності людини, які відповідають вимогам творчої діяльності та є умовою її успішного виконання і які пов'язані зі створенням нового, оригінального продукту, пошуком нових засобів діяльності. Він визначає творчі здібності особистості як синтез властивостей і особливостей, які характеризують її відповідно до вимог певного виду навчально-творчої діяльності й обумовлюють рівень її результативності. Для такої особистості характерна стійка, високого рівня спрямованість на творчість, мотиваційно-творча активність, яка проявляється в організаційній єдності з високим рівнем творчих здібностей, що дає їй змогу досягти прогресивних, соціально й особистісно вагомих творчих результатів в одному або кількох видах діяльності. Однією з характерних рис творчої особистості є сміливість у постановці проблеми, несподіваність у загостренні протиріч, відмова від загальноприйнятих шляхів і засобів розв'язання проблеми, розвинута уява, без якої неможливо генерувати оригінальні ідеї, завзятість у доведенні запланованого до кінця.

Дослідник Д. Б. Богоявленська визначає творчу особистість через її інтелектуальну активність, при цьому вона розрізняє поняття «інтелект» і «творчі здібності», які вважає похідними від особистісної активності.

Учений О. Н. Лук характеризує її такими визначальними рисами, як: готовність до ризику, імпульсивність, незалежність суджень, нерівномірність успіхів при вивченні різних навчальних предметів, почуття гумору, самобутність, пізнавальна допитливість, несприймання на віру, критичний погляд на такі речі, які вважають «священними», сміливість уяви та мислення. Він вказує на необхідність мотиваційної основи для творчості та розподіляє творчі здібності на три групи: пов'язані з мотивацією (інтереси та схильності), темпераментом (емоційність), розумовими здібностями.

Як вважає В. А. Цапок, творчу особистість визначають через здатність нестандартно розв'язувати прості завдання, створювати об'єктивно нове в певній галузі, бути рішучою, вміти не зупинятися на досягнутому, сміливо мислити, вміти бачити далі того, що бачать сучасники і що бачили попередники, бути мужньою, аби піти проти течії та зруйнувати те, чому вірить більшість.

Дослідник В. О. Моляко розглядає творчу особистість як людського індивіда, який прагне до оригінального, нового, заперечує звичне та має високий рівень знань і вмінь аналізувати явища, порівнювати їх.

На думку С. О. Сисоєвої, творчий працівник – особистість, яка під впливом зовнішніх чинників набула потрібних для свого творчого потенціалу додаткових мотивів, особистісних утворень, здібностей, що допомагають їй досягти високих результатів у діяльності.

Німецькі дослідники Г. Нойнер, В. Калвейт, Х. Клейн визначають творчу особистість через творчі процеси мислення як процес, у результаті якого виникає нове творче мислення, що не міститься у вихідних умовах.

Творча особистість розглядається В. І. Загвязинським через її ставлення до навчально-пізнавальних завдань.

Як зазначає С. О. Сисоєва, творча особистість характеризується сукупністю творчих якостей індивіда, які забезпечують їй успіх у творчій діяльності; на формування творчої особистості впливають як загальносоціальні, так і конкретно-соціальні закономірності, обумовлені конкретно-історичними умовами суспільного розвитку; процес становлення творчої особистості конкретного індивіда має свої специфічні закономірності; творча особистість розвивається у творчій діяльності та спілкуванні. На думку автора, творча особистість – це, з одного боку, суб'єкт творчих соціальних відносин і свідомої творчої діяльності, а з іншого, – суб'єкт творчої діяльності та соціально-творчих значущих дій, що здійснюються в цьому соціальному середовищі.

Найбільш поширеними зарубіжними працями з розвитку творчих здібностей особистості є праці Е. Торренса, Е. Де Боно. Пропонуючи поетапну систему розвитку творчого мислення, Е. Торренс висловив основну думку про те, що мислення необхідно звільнити від нав'язаних ззовні обмежень, стандартів, у межах яких мислить людина. Програма вченого мала кілька етапів, на кожному з яких здійснювався певний цільовий тренінг.

Психолог Едвард Де Боно у своїх роботах запропонував конкретну програму розвитку креативного мислення, набір прийомів, що сприяють розвитку творчого мислення й опановуються в процесі гри.

Проведений аналіз психолого-педагогічної літератури дав змогу виокремити творчі здібності та характерологічні особливості творчої особистості.

Основні творчі здібності та характерологічні особливості творчої особистості

Основні творчі здібності, що впливають на розвиток творчого потенціалу учня	Характерологічні особливості
увага пам'ять нестандартне мислення фантазія інтуїція	активність ініціативність впевненість наполегливість працездатність комунікативність самостійність

Технічна творчість, її зміст і структура**1.1. Основні поняття та визначення технічної творчості учнів**

У літературі, присвяченій творчій діяльності школярів, існує значна кількість визначень і таких понять, як «творчість», «творча особистість», «творча діяльність», «мислення», «творче мислення», «технічна творчість», «технічне мислення», «технічна творча уява», «творчі здібності», «творчий потенціал», що, безумовно, тісно пов'язані між собою.

В «Українському педагогічному словнику» (рис. 13) С. Гончаренко визначає творчість, як продуктивну людську діяльність, здатну породжувати якісно нові матеріальні та духовні цінності суспільного значення.

Під поняттям «творчість», «творча діяльність» більшість учених розуміють діяльність, що передбачає постановку та вирішення нових проблем, розв'язання нестандартних задач, створення істотно нового. У цьому полягає принципова відмінність між творчою діяльністю і звичайною виробничою працею. Творчість – це досить складний процес відображення матеріальної дійсності у свідомості суб'єкта, що має результатом цілеспрямоване перетворення цієї дійсності.

Мислення взагалі – це передусім особливий вид діяльності. Творче мислення відображає безпосереднє бачення в думці, у результаті чого виникає предметна реальність, суб'єктивне знання або ідеальний образ.

Мислення – процес, який відбувається в мозку людини завдяки відображенню в ньому предметів і явищ зовнішнього світу з їхніми важливими властивостями, зв'язками, відношеннями один до одного тощо. Завдяки мисленню робляться певні висловлювання, будуються та доводяться різноманітні розумові висновки, формулюються поняття тощо.

Логічне мислення (логіка) – це ланцюжок взаємопов'язаних розумових операцій, що відбуваються в мозку людини. Існує багатовікова традиція розвитку здатності людини мислити логічно.

Творче мислення характеризується низкою важливих якостей: гнучкість, оригінальність, швидкість, самостійність, критичність тощо. Коротко розглянемо сутність зазначених якостей для творчої діяльності учнів у процесі проектування виробів. Гнучкість мислення дає змогу пропонувати такі способи виконання завдання, які суттєво відрізняються від попередньо запропонованих.

Оригінальність мислення дозволяє розробити такі способи вирішення проблеми, які є принципово відмінними запропонованих іншими.

Швидкість мислення дає можливість за обмежений проміжок часу придумати значну кількість різних способів розв'язування поставленого завдання.

Уміння мислити самостійно сприяє самостійному здобуванню знань, допомагає використовувати власний ілюстративний матеріал для підтвердження певної думки, здійснюва-



Рис. 13 Український педагогічний словник

ти пошук власних розв'язків задачі, формулювати власні проблеми та проблемні ситуації, демонструвати незалежність думки.

Для творчого мислення характерною є здатність до критичного мислення. Воно дає змогу учням відповідати на альтернативні запитання, називати причини альтернативного вибору, уявно відтворювати певну ситуацію, називати її позитивні та негативні аспекти, вказувати на ознаки, що не характеризують окрему властивість предмета, формулювати правила та знаходити винятки. Зазначимо, що термін «альтернатива» означає: «необхідність вибору між двома можливостями, які виключають одна одну» або «кожна із можливостей, що виключають одна одну». Слово «альтернативний» означає: «такий, що допускає одну із двох або кількох можливостей». Для глибшого розуміння здатності до критичного мислення розглянемо кілька можливих запитань і завдань у цьому плані.

Учень мислить творчо в тому разі, якщо в його роботі спостерігається самостійність, що передбачає встановлення причинно-наслідкових зв'язків без допомоги вчителя. Творчість являє собою отримання принципово нових результатів. Формування творчого мислення полягає в тому, щоб учень відкривав для себе раніше не відомі властивості, внутрішні зв'язки та відношення. Знання народжується і розвивається як результат дослідницької діяльності та є об'єктивним відображенням предмета, а не лише результатом діяльності пам'яті. Відбувається перетворення предмета на знання, тобто розпредмечування. Творчий характер мислення полягає в тому, що воно є елементом практичної діяльності.

Творче мислення учнів можна розглядати на будь-якій стадії розвитку, від початкової до вищої школи. Етапи творчого процесу, властиві йому закономірності проявляються однаковою мірою як у діяльності вчених, так і в діяльності підлітків.

Творче мислення характеризується оригінальністю, самостійністю у створенні чи виділенні нового, умінні використовувати отриману інформацію, сміливості в ухваленні нестандартних рішень тощо.

Технічна творчість учнів – найбільш важлива форма їх залучення до творчості. У визначенні поняття «дитяча технічна творчість» існують дві точки зору – педагогічна та психологічна.

Педагоги розглядають технічну творчість учнів не тільки як вид діяльності, спрямований на їх ознайомлення з різноманітним світом техніки, розвиток їх здібностей, але і як один з ефективних способів трудового виховання та політехнічної освіти.

Психологи в дитячій технічній творчості більше уваги приділяють своєчасному виявленню здібностей учнів до певного виду творчості, встановленню рівня їх формування та послідовності розвитку. Тобто у процес управління творчою діяльністю школярів психологи включають методи діагностики творчих здібностей, що допоможуть зрозуміти, у якому виді діяльності та за яких умов учні зможуть найбільш продуктивно проявити себе.

Таким чином, з урахуванням педагогічної та психологічної точок зору дитяча технічна творчість – це ефективний засіб виховання, цілеспрямований процес навчання та розвитку творчих здібностей учнів у ході створення матеріальних об'єктів з ознаками корисності та новизни.

Як зазначалося у «Вступі», нове в дитячій технічній творчості в основному, має суб'єктивний характер.

Аналіз психолого-педагогічних досліджень і досвіду дає змогу дійти висновку, що технічна творчість створює сприятливі умови для розвитку технічного мислення учнів.

Технічне мислення перебуває в складному взаємозв'язку зі звичайним мисленням. Перш за все необхідно зазначити, що технічне мислення розвивається на основі звичайного мислення, тобто всі компоненти звичайного мислення властиві й технічному. Наприклад, однією з найважливіших операцій звичайного мислення є порівняння. Виявляється, без нього немислиме й технічне мислення. Те ж можна сказати і про такі операції мислення, як протиставлення, класифікація, аналіз, синтез тощо. Характерним є тільки те, що перераховані вище

операції мислення в технічній діяльності розвиваються на технічному матеріалі. Звичайне мислення створює психофізіологічні передумови для розвитку технічного мислення. У результаті звичайного мислення розвивається мозок дитини, його асоціативна сфера, пам'ять, удосконалюється гнучкість мислення.

Технічні образи, як правило, складні за структурою, мають складну просторову залежність і співвідношення. Крім того, вони перебувають у безпосередній взаємодії, динаміці. Саме тому в процесі виконання виробничо-технічних завдань дуже важко, а здебільшого й неможливо уявити кінцевий результат. Будь-яке технічне рішення повинно бути піддане практичній перевірці. Нова машина або виріб, технічний процес не впроваджуються в масове виробництво без попередньої перевірки на дослідних зразках.

Як і у звичайному мисленні, технічні образи, будучи найважливішим компонентом технічного мислення, не виключають абстрактного мислення.

Розглянуті вище особливості технічного мислення дають змогу зробити висновок, що формування його основних компонентів повинно здійснюватися не тільки в процесі навчання, а й у всіх видах позакласної роботи з технічної творчості.

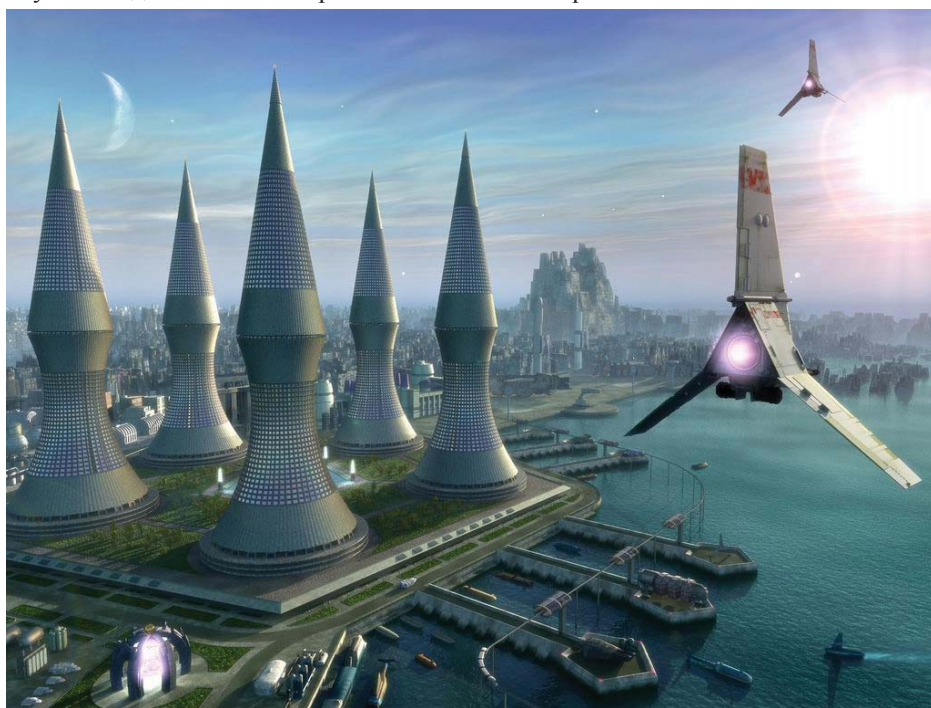


Рис. 14 Фантастичні проекти

Неабияке значення у формуванні творчого технічного мислення, а отже, і в процесі розроблення нових технічних об'єктів має наукова фантастика. Вивчення науково-фантастичної літератури розкриває існування своєрідного «темника фантастичних проблем і завдань». Виявлення їх, аналіз і систематизація – цікаве й водночас важливе завдання, оскільки багато вчених передають у цей «темник» проблеми, для розв'язання яких на той час ще не було необхідних умов. Така робота дає змогу більш наочно уявити, що нині лежить за межами можливого і чому.

Потреба у вивченні фантастики та використанні її у творчій діяльності щороку стає все більш очевидною. Не випадково в Англії ця література включена до шкільної програми, а в США й Канаді – в університетські курси.

Вивчення фантастики все більше входить у систему підготовки сучасних спеціалістів, особливо дослідників і винахідників. Не випадково цей жанр літератури особливо приваблює вчених, які є не тільки читачами, але й авторами багатьох науково-фантастичних творів.

В американських навчальних закладах фантастичні проекти використовуються як засоби тренування фантазії (рис. 14). Мета тренування – руйнування традиційної схеми поглядів і уявлень, подолання звичайного ставлення до певних умов. Один зі способів такого тренування полягає в описі уявної планети з незвичайними фізичними параметрами. Наприклад, сила тяжіння, якщо вона взагалі існує, може бути направлена вгору чи по колу, або буде то зростати, то зменшуватися. Можна створити планету з рухомими материками або іншою густиною води. Опісля пропонується розробити проекти інженерних споруд з урахуванням цих умов. Цей метод запропонував професор Стенфордського університету Джон Арнольд.

Такі заняття допускають не тільки індивідуальні, а й колективні форми. Розроблення проекту може бути доручено певній групі, до того ж кожен обирає завдання з тієї галузі науки, техніки, мистецтва, що його найбільше цікавить.

Технічна творча уява – це діяльність психіки проектувальника, в процесі якої на основі накопиченого досвіду цілеспрямовано створюються нові, оригінальні технічні ідеї й образи, практичне впровадження яких має суспільну цінність. Творчою технічною уявою може стати тільки в тісній взаємодії з технічним творчим мисленням.

Створення нових об'єктів, технологій, планів тощо – це синтез окремих елементів попереднього досвіду людини. Як перше, так і друге до цього не сприймалося безпосередньо, у свідомості були лише окремі елементи створеного нового. Такі утворення називаються уявними. В основі створення уявних образів лежить аналітико-синтетична діяльність кори великих півкуль головного мозку. Тобто, щоб створити щось нове, треба насамперед зруйнувати старе (і не одне, а кілька), і вже тоді вдало поєднати виокремлені конструктивні елементи. Окремі елементи поєднуються в ціле на основі спільних властивостей. Чим більш глибинні властивості поєднують окремі елементи в єдине ціле, тим оригінальнішим буде уявний образ. В уявному образі поєднуються найпростіше два елементи, чим більше елементів – тим складніший образ.

Для розвитку уяви необхідно виконувати завдання на:

- збільшення рис, властивих предмету;
- зменшення рис, властивих предмету;
- уявлення дійсних розмірів тощо предметів на основі їх графічного зображення;
- уявлення дійсних розмірів тощо предметів на основі їх словесного опису;
- зображення предмета за його описом;
- опис предмета за його зображенням;
- приєднання до предмета елемента, взятого в іншого предмета;
- заміна в предметі елемента на елемент, взятий в іншого предмета;
- графічне зображення того, що приховане на картині;
- словесне зображення того, чого немає (поверхово описано) у творі;
- придумування кінцівки твору;
- малювання останнього малюнка в серії картинок;
- опис картини;
- графічне зображення того, про що прочитано в художньому творі;
- поєднання двох віддалених предметів;
- поєднання двох віддалених подій;
- створення типового образу (словесного);
- графічне створення типового образу;
- різний опис предмета, представленого графічно (на малюнку зображено два кола, що з'єднані прямою лінією; пропонується описати зазначену фігуру: два кола, з'єднані лінією;

лінія з колом на кожному кінці; два кола з хвостиками, що збігаються; два обрізки жолоба, поставлених один на одного тощо) і словесно (пляшка, до половини заповнена водою: напівпорожня пляшка води; пляшка, до половини наповнена водою; півлітра води в порожній пляшці).

Творчий потенціал, з погляду переважної більшості науковців, містить у собі всі здібності особистості.

У характеристиці творчого потенціалу виражено єдність природного та соціального, наявність природних задатків до творчості й необхідність їх розвитку в умовах життєдіяльності.

Творчий потенціал відображає якості особистості інтегрувати творчі дії для цілеспрямованого подолання конкретного протиріччя з метою виходу за межу досягнутого, тобто це такі сили, які дають змогу особистості реалізувати себе, збуджувати до самоствердження, самореалізації.

Так, П. Ф. Кравчук розглядає творчий потенціал як сукупність можливостей цілеспрямованої перетворюючої діяльності, у якій відбивається характер взаємозв'язку всіх здібностей людини, як інтегрування якостей, що визначає міру можливостей сутнісної творчої сили особистості в реальній практиці та наддіяльнісних відносинах, підкреслюючи, що творчий потенціал є властивістю особистості взаємопов'язувати, інтегрувати її дії для цілеспрямованого подолання конкретного протиріччя з метою виходу за межі звичайного, досягнутого.

Учений Н. Ю. Посталюк розглядає творчий потенціал особистості як інтегрований прояв найрізноманітніших якостей особистості та вважає, що творчу особистість визначають не тільки високий творчий потенціал, а й ступінь активності в його реалізації.

На думку О. М. Матюшкіна, найбільш загальною характеристикою та структурним компонентом творчого потенціалу є пізнавальна потреба, яка становить психологічну основу домінанти пізнавальної мотивації та виявляється в більш високій сенситивності до новизни стимулу, новизни ситуації, відкриття нового у звичайному, високій вибірковості щодо нового.

Найширшим є визначення творчого потенціалу особистості як фонду, сукупності можливостей реалізації нових напрямів творчості.

Стосовно окремого індивіда, на думку В. Ф. Овчиннікова, творчий потенціал визначають як «інтегруючу якість особистості, що характеризує міру її можливостей ставити і вирішувати нові завдання у сфері своєї діяльності, яка має суспільне значення».

Таким чином, творчий потенціал визначається як об'єктивними можливостями, так і внутрішньоособистісними чинниками, серед яких провідну роль відіграють здібності й ставлення особистості до творчої діяльності. «Взаємодія цих можливостей, співвідношення їх якісних характеристик у соціально-часовому аспекті може відтворювати різні стани творчого потенціалу особистості у плані відносної (порівняльної) оцінки його динамічної природи: інтенсивний розвиток, нарощування, деякі затримки і навіть зниження досягнутого рівня».

Проаналізувавши психолого-педагогічну літературу, ми дійшли висновку, що творчий потенціал особистості (учня, фахівця) – це складне особистісно-діяльнісне утворення, яке сприяє появі нестандартних, оригінальних рішень і має такі основні компоненти:

- мотивація до активної пізнавальної діяльності, що характеризується: потягом до творчості, спрямованістю на самореалізацію, пізнавальною потребою досягнення мети, прагненням до успіху;
- творчі здібності: уява, пам'ять, нестандартне мислення, фантазія, інтуїція;
- досвід творчої діяльності, який складається зі знань, умінь і навичок щодо розв'язання нестандартних задач і прийняття нестандартних рішень;
- характерологічні особливості особистості: активність, ініціативність, упевненість, наполегливість, працездатність, комунікативність, організованість, самостійність.

Зупинимось на визначенні понять «суб'єкт» і «об'єкт» творчості.

Суб'єкт творчості – це творча особистість зі всією багатогранністю властивих їй рис та якостей, які забезпечують творчу діяльність.

Об'єкт творчості – це частина об'єктивної дійсності, перетворення якої дає принципово нові засоби задоволення певних виробничих потреб. У технічній творчості об'єктом може бути технічний пристрій, технологічні процеси, конструкційні матеріали тощо.

У перекладі з латинської термін «проект» означає – задум, ціль, яку хоче досягти людина.

Проектування – процес формування шукачем-конструктором уявного (у вигляді ідеї) і зорового образу майбутнього технічного об'єкта. У цьому контексті поняття «проект» означає – конструкторський задум, конструкторський план майбутнього об'єкта, зображений у вигляді опису або графічної побудови.

До проектування, відповідно, необхідно віднести й ескізну перевірку конструкторсько-го задуму, яку можна вважати розробкою ескізного проекту технічного об'єкта. Усе це і є, власне, проектування виробу. Проте часто проектуванням називають розробку загальної конструкції технічного об'єкта. З цим можна погодитися в тому разі, якщо зазначена розробка не передбачає створення детальних креслень технічного об'єкта, що здійснюється у процесі його конструювання.

Конструювання в загальному розумінні – та чи інша побудова технічного об'єкта, складання його частин у певному порядку.

Конструювання у виробничій практиці – створення машини, пристрою в графічному вигляді, на підставі конструкторського задуму та його ескізної перевірки; розроблення конструкції об'єкта у вигляді відповідної технічної документації; процес створення логічної системи креслень майбутнього об'єкта проектування, на основі якої можна виготовити спроектований технічний об'єкт. Конструювання – це не механічне виконання креслень конструктором, а його ретельна, копітка проектна діяльність – конструювання нового технічного об'єкта. Процес конструювання включає в себе велику кількість різного типу творчих операцій, результатом більшості з них є робочі креслення вузлів, частин, деталей та складальні, монтажні креслення об'єкта проектування в цілому.

Конструювання навчальне – процес розроблення посильних креслень об'єкта, технології виготовлення, добір конструкційних матеріалів тощо.

У практиці виробничої конструкторської діяльності поняття «проектування» і «конструювання» не розмежують, не відривають одне від одного, а діяльність конструктора розглядають як цілісну проектно-конструкторську діяльність. Зазначені терміни розуміють як синоніми (за В. О. Моляко). У зв'язку з цим необхідно розуміти та знати, що, зокрема, під час ескізної перевірки конструкторського задуму також мають місце елементи конструювання.

Усе розглянуте вище досить добре підтверджує вираз: «Конструювання у процесі проектування об'єкта». Цей вираз є правомірним і в контексті навчальної інформації, що наводиться нижче.

Загалом продуктом процесів проектування та конструювання є графічна і текстова документація на виготовлення технічного об'єкта. На відміну від проектно-конструкторської більш конкретно містить у собі образи майбутнього об'єкта, вона орієнтована на конкретні види виробничого оснащення та враховує наявність на виробництві винятково конкретних технологій. Тому розроблення конструкторської документації відбувається в тісному зв'язку з технологіями.

Термін «проект» має ще одне значення, яке відрізняється від наведеного вище. У практичній виробничій діяльності під проектом розуміють систему технічної документації – різного типу креслення об'єкта, розрахунки, пояснювальні записки тощо. Технічна документація, отримана у процесі проектування та конструювання об'єкта, має єдину назву – проект. Відповідно, у цьому розумінні живають термін «проектування об'єкта», який передбачає скла-

дову загального виробничого процесу створення технічного об'єкта, продуктивно-творчу діяльність проектувальника. Терміни «проект» і «проектування» мають тут інше значення, але не принципове. Відрізняються вони лише масштабністю виконуваних творчих операцій. У цьому контексті прийемо, що початок створення об'єкта, про що йшлося вище, є «визначальним проектуванням». Визначальним цей етап є тому, що він обумовлює всю подальшу творчу діяльність фахівців. Від того, наскільки успішно, ефективною, сучасною буде розробка конструкторського задуму (проекту), залежить конкурентоздатність нового технічного об'єкта.

Головні вимоги до виробничого проекту: повнота, всебічність (комплексність або системність) охоплення проблем і шляхів їх взаємного вирішення. У проекті обов'язково повинно бути висвітлено його позитивні та негативні сторони. Важливо й те, щоб було розглянуто всі етапи існування проектного об'єкта: від обґрунтування необхідності впровадження проекту в життя до його утилізації та ліквідації. Останнє нині є недоліком, притаманним майже всім проектам, незалежно від країни.

Під розробленням навчального творчого проекту ми будемо розуміти сукупність виконуваних старшокласниками операцій – від задуму майбутнього об'єкта до його виготовлення.

«Технічне проектування» – навчальний предмет, у якому ґрунтовно розглядається процес проектування та конструювання технічних об'єктів фахівцями і старшокласниками (під час профільного навчання), а також сутність і місце в цьому процесі основних видів технічної творчості фахівців (раціоналізація, проектування, конструювання, розроблення технології, винахідництво), диференційованих до рівня учнів. Назва предмета при цьому є узагальнюючою.

Виробниче технічне проектування – творчий процес розроблення системи технічної документації (креслення, розрахунки, пояснювальні записки), на основі якої виготовляють технічний об'єкт. Творчий процес розпочинається з формування конструкторського задуму майбутнього об'єкта.

Навчальне технічне проектування – комплексна творча діяльність старшокласників, кінцевим продуктом якої є навчальний творчий проект. Комплексна діяльність включає: операції проектування та конструювання, розроблення технології виготовлення об'єкта проектування, власне виготовлення об'єкта.

II § 1.2

Загальнотеоретичні питання технічної творчості

До загальнотеоретичних питань технічної творчості можна віднести, зокрема, такі поняття як: «технічна задача», «проблемна ситуація», «технічна проблема», «технічне протиріччя», «етапи творчої технічної діяльності учнів». Саме ці категорії часто мають місце у процесі технічної творчості школярів.

Поняття «задача» є одним із загальнонаукових понять, яке широко використовується в усіх галузях знань. Технічною називають задачу, зміст якої базується на технічному матеріалі. У технічній галузі це поняття трактується як конструктивно-технічна задача, під чим розуміють завдання зі створення нового технічного об'єкта, вирішення певної технічної проблеми. Здебільшого її розв'язують як проектно-конструкторську задачу. Що ж таке технічна проблема і за яких умов вона виникає?

Розглянемо конкретний приклад.

На одному з етапів розвитку військової авіаційної техніки перед конструкторами поставлено технічну задачу – створити (спроєктувати) швидкісний (на той час) літак (рис. 15). Аналізуємо ситуацію. Відомо, що при злітанні крила літака повинні створювати значну

підймальну силу, тому їхня площа, що взаємодіє із зустрічним потоком повітря, повинна бути максимальною (достатньо великою). У свою чергу, це можливо лише в тому разі, якщо крила літака відносно фюзеляжу будуть розташовані практично перпендикулярно (чи принаймні під великим кутом).



Рис. 15 Військовий літак

Однак при розвиванні літаком значної швидкості велика площа крил заважає подальшому її збільшенню (за тієї ж потужності двигуна), оскільки чим більша площа крил, тим більший опір руху літака створює зустрічний потік повітря. Маємо класичний приклад існування протиріччя (суперечності) у технічній системі – площа крил літака одночасно (чи через певний проміжок часу) повинна бути і великою, і малою. Таке протиріччя називають технічним.

Виявлення технічного протиріччя прийнято називати проблемною ситуацією. Ще кажуть, що в цьому разі існує технічна проблема. Проблема ситуація в техніці – це виявлення технічного протиріччя в системі. Прикладом системи може бути корпус судна та вода, у якій воно перебуває. Вирішення технічного протиріччя в цій системі (значне збільшення швидкості судна) дало змогу створити швидкісні судна «Ракета», «Метеор» тощо.

Технічні протиріччя

У процесі ознайомлення з технічними протиріччями будемо розв'язувати відповідні винахідницькі задачі, що сприятиме:

- а) формуванню вмінь виявляти, формулювати та вирішувати технічні протиріччя;
- б) ґрунтовному засвоєнню розглянутих понять, ознак і властивостей технічних протиріччя;
- в) формуванню чітких уявлень про роль і важливість технічних протиріччя у процесі проєктування технічних об'єктів у цілому в техніці;
- г) розвитку у старшокласників логічного технічного мислення, кмітливості, а отже, творчих здібностей.

Загалом технічне протиріччя можливе між предметами (наприклад, окремими деталями чи вузлами певного пристрою), явищами, процесами та властивостями.

Одним із важливих проявів протиріччя в техніці є ситуація, коли при спробі покращити одну частину (параметр, властивість тощо) технічної системи неприпустимо погіршується інша частина (параметр, властивість). Розглянемо приклади.

1. Гвинтівка, що у свій час заряджалася зі ствола («стара» гвинтівка) (рис. 16).



Рис. 16. Мушкет – рушниця, що заряджається зі ствола

Для підсилення штикових властивостей (можливостей) гвинтівки необхідно, щоб довжина ствола була якомога більшою. Уже на той час було помічено: чим довший ствол, тим більша дальність польоту кулі та її пробивна сила. Однак при довгому стволі виникають незручності в заряджанні, падає його швидкість тощо.

Формулюємо технічне протиріччя:

1. Швидкість заряджання гвинтівки велика, і ствол у неї довгий (щоб зберегти всі зазначені вище переваги). Дещо пізніше це технічне протиріччя було розв'язане шляхом розроблення нової конструкції гвинтівки та, відповідно, принципово нового способу її заряджання (введено новий вузол – затвор).

2. При введенні в сталь (рис. 17) великої кількості вуглецю (що переважає оптимальну) її міцність збільшується, але натомість неприпустимо зростає її крихкість (втрачаються пластичні властивості).

3. Звичайна цеглина (рис. 18). З метою зменшення її маси та економії матеріалу в ній роблять отвори. Однак при нераціональному збільшенні їх кількості та розмірів втрачається міцність цеглини.



Рис. 17 Ливарне виробництво



Рис. 18. Цеглина з отворами

Завдання для самостійного вирішення учнями: у прикладах 2 та 3 виявити і сформулювати технічне протиріччя.

Загальні ознаки протиріччя

1. Характерним для технічного протиріччя є наявність протилежних (суперечливих) вимог до одного й того ж предмета, властивостей, речовини тощо.

Прикладами можуть бути розглянуті вище суперечливі вимоги до: площі крил літака, довжини ствола «старої» гвинтівки, складу сталі, агрегатного стану речовини тощо.

2. У багатьох випадках технічне протиріччя відбиває конфлікт між окремими частинами, параметрами чи властивостями системи.

Приклад. На одному з етапів розвитку суднобудування конструкторам поставлено технічне завдання: спроектувати судно, яке рухається значно швидше, ніж звичайні (причому сучасні) пасажирські (рис. 19).



Рис. 19. «Метеор»

Аналізуємо ситуацію. Окремі частини системи для цього випадку – це корпус судна і вода. Конфлікт між ними полягає в наступному. Із курсу фізики відомо, що в разі збільшення швидкості руху у воді її опір досить сильно зростає. Це відомо також із повсякденного життя: купаючись у річці на значній глибині (вода сягає, наприклад, пліч), неможливо швидко йти, а про спроби бігти у воді годі й говорити. Тобто корпус судна чи тіло людини хочуть рухатися швидше, а вода цьому протидіє (виникає конфлікт). Саме тому спроби інженерів збільшувати потужність двигуна судна бажаного результату не дали: швидкість зростала досить повільно.

Оцінивши ситуацію, сформулюємо технічне протиріччя: судно повинно бути у воді (щоб залишатися судном, а не літаком!) і не повинно залишатись у воді, щоб не зазнавати від неї великого опору. Творчий пошук винахідників і конструкторів привів до вирішення цього протиріччя і створення принципово іншого типу пасажирського судна на підводних крилах («Ракета», «Метеор»). Принципи дії цього винаходу є такими. При збільшенні швидкості судна вода з великою силою тисне на його підводне «крило», розташоване під певним кутом до напрямку руху. Завдяки цьому тискові судно піднімається з води, опір зменшується і швидкість судна зростає за тієї ж потужності двигуна. Чим більша швидкість судна, тим сильніше воно «виходить» із води (хоча й залишаючись у ній).

Познайомившись ближче з технічним протиріччям, дамо йому визначення.

Технічне протиріччя – це прояв невідповідності між вимогами, що ставляться людиною до певного об'єкта чи системи, і тими обмеженнями, які накладаються на неї законами природи, рівнем розвитку техніки тощо.

У контексті цього визначення аналізуємо наступний приклад. Людина хоче, щоб судно рухалося швидше, а закони природи говорять: якщо судно буде у воді (як і раніше), то його швидкість помітно зрости не зможе.

Головна властивість технічного протиріччя

Для багатьох технічних задач характерним є те, що закладене в них протиріччя в процесі розв'язування задачі трансформується – одне протиріччя переходить в інше або породжує інше. Утворена таким чином система протиріч ще більшою мірою активізує пізнавальну діяльність людини, підтримує її розумову діяльність, не дозволяє зупинитися на досягнутому.

Розглянемо знову приклад зі «старою» гвинтівкою.

Військові інженери того часу дійшли висновку, що куля мала б значно більшу дальність польоту та пробивну силу в тому разі, якби при русі поступально ще й оберталась би навколо своєї осі (її стійкість при русі була б значно більшою). Сформулюємо технічне протиріччя для цього випадку: куля ковзає по стволу (як і раніше у гладкоствольній гвинтівці) і одночасно отримує обертальний рух. Вирішення такого протиріччя на той час було неймовірним – усі звикли до того, що у гладкоствольній зброї куля рухається лише поступально. Французький інженер Дельвін запропонував таке вирішення цієї проблеми: ствол усередині повинен мати гвинтоподібні нарізи (рис. 20). Куля при заряджанні гвинтівки повинна була розплескуватись і заходити в нарізи за допомогою шомпола. Проте плоска куля втрачала всі переваги тепер уже обертального руху вперед.



Рис. 20 Нарізний канал гвинтівки

Таким чином, вирішення головного технічного протиріччя зумовлювало появу іншого, яке можна сформулювати так: куля у стволі набуває обертального руху, однак залишається такою, що має початкову, обтічну форму. Це протиріччя в той час було вирішено шляхом створення форми кулі, задня частина якої роздувалася при пострілі та заходила в нарізки ствола. Але при цьому виникала інша проблема і, відповідно, з'являлось інше протиріччя. Історію створення гвинтівки описав у своєму творі Ф. Енгельс.

Найбільш поширеним типом протиріччя є протиріччя пізнання. Це такі протиріччя, які виникають між рівнем знань людини, що є в неї на цей час, і тими теоретичними чи практичними завданнями, проблемами пізнавального характеру, які ставить перед нею саме життя. Тобто знань, умінь, які має людина на цей час, не вистачає для того, щоб вирішити назрілу проблему. Їх людина поповнює в процесі творчої пізнавальної діяльності. У разі досягнення відповідного рівня знань людина спроможна вирішити ту чи іншу проблему. Прикладами протиріччя пізнання є всі технічні протиріччя, розглянуті вище.

Етапи творчої технічної діяльності учнів

Важливим поняттям у технічній творчості школярів є етапи творчої діяльності з розроблення технічного об'єкта. Аналіз творчої діяльності дав змогу виділити низку етапів технічної творчості. Звичайно, виділення цих етапів є умовним, оскільки процес творчості

безперервний. Виділення етапів переслідує методичну мету. На їх основі можна визначити зміст роботи учнів у процесі технічної творчості, передбачити форми, методи та засоби розвитку творчих здібностей на кожному з самостійних етапів, намітити послідовність розвитку тих або інших якостей творчої особистості школярів. Розглянемо сутність етапів творчої технічної діяльності учнів у процесі розроблення та виготовлення певного технічного об'єкта.

Творче завдання є одним із засобів організації творчої технічної діяльності школярів і його можна поділити на ряд етапів.

На *першому етапі* необхідно створити проблемну ситуацію, яка спонукає школяра до творчої технічної діяльності (зокрема техніко-конструкторської чи проектно-технологічної), тобто сформулювати високий рівень мотивації такої діяльності. Для цього потрібно підібрати такі зміст навчально-виховного процесу, форми та методи організації роботи та засоби їхньої реалізації, щоб створити високий рівень мотивації учнівської творчої діяльності в галузі техніки. На цьому етапі школярі з'ясовують для себе ідею вирішення проблеми.

У процесі виконання трудових операцій підлітки завжди стикаються з труднощами, що спонукають конструювання спеціальних пристосувань, інструментів, верстатів для полегшення та більш якісного здійснення певних видів робіт.

Проблемну ситуацію керівник технічної творчості учнів може створювати на уроці або в індивідуальній бесіді з учнем.

На *другому етапі* школяр конкретизує ідею створення технічного об'єкта у формі техніко-конструкторського завдання. Він спочатку ставить перед собою мету створити технічний пристрій і визначає для себе його функціональне призначення (яке буде виконувати пристрій), умови експлуатації, з'ясовує в загальних рисах будову та принципи дії, дає назву виробу. На цьому етапі учень може запропонувати кілька варіантів формулювання завдання. Можливий варіант, коли технічне завдання формулюється замовником. У такому разі учень вивчає умови й формулює її зміст так, як її розуміє.

На цій стадії діяльності вчитель мусить забезпечити учнів потрібною інформацією.

Наступний етап завершується складанням творчого технічного завдання. Отримавши певну інформацію про способи розв'язування подібних завдань, члени технічного гуртка вибирають засоби їхнього вирішення, передбачають конструктивні особливості майбутнього пристрою – види вузлів і деталей, їх кількість і основні функції, приблизні розміри та габарити виробу. На цьому етапі формулюються технічні вимоги до виробу (технічна характеристика), визначаються умови роботи пристрою: естетичні, ергономічні особливості та безпечність його експлуатації. Учні здійснюють елементарні попередні розрахунки конструкції виробу.

Четвертий етап полягає у виборі шляхів і засобів розв'язування техніко-конструкторського завдання. Учитель ознайомлює учнів з аналогічними вирішенням подібних завдань, використовуючи при цьому як описову, так і графічну інформацію, а також натуральні вироби і макети. Рівень складності графічної інформації залежить від підготовленості учнів. Звичайно конструкція виробу повинна відповідати їхнім інтелектуальним можливостям.

На цьому етапі учні пропонують варіанти вирішення творчого завдання, а керівник технічної творчості використовує різні форми роботи над розробленням пропозицій варіантів розв'язування завдання: можна провести евристичну бесіду, у якій вдається з'ясувати найкращий варіант висунутих учнями пропозицій; деякі керівники гуртків використовують сучасні методи вирішення творчих завдань – «мозковий штурм», «морфологічний аналіз», метод фокальних об'єктів тощо.

На *п'ятому етапі* творчої технічної діяльності школярів відбувається переведення уявних образів конструкцій виробів на мову графіки.

На *шостому етапі* учні виготовляють ескізи робочих креслень на посильному для них рівні.

На цій стадії вчитель може організувати індивідуальну, групову роботу або виконати її фронтально.

Підготовлені ескізи проектів випробовуються серед товаришів.

Тому *сьомий етап* техніко-конструкторської діяльності передбачає захист проектів приблизно за таким планом:

1) оригінальність і грамотність конструктивного рішення, що й визначає рівень творчих можливостей юного техника, правильність графічної розробки конструкції виробу й іншої технічної документації;

2) технологічність розробленої конструкції, можливість її виготовлення на наявній матеріально-технічній базі;

3) правильний підбір і дешевизна матеріалів, додержання інших принципів і правил конструювання, використання уніфікованих деталей, вузлів, низька матеріаломісткість тощо;

4) застосування знань основ наук, рівень творчості в ході розв'язування завдання;

5) можливість проміжного контролю якості майбутнього виробу;

6) манера та вміння відстоювати свою ідею, комунікативні можливості учня.

Після внесення певних корективів, доробки або переробки ескізних проектів, у результаті вибору кращих із них усіма проектантами-конструкторами, виготовляють технічний проект, що складається з пояснювальної записки та робочих креслень із дотриманням усіх умовних позначень і вимог до виконання виробу за розробленими проектами.

Отже, наступний, *восьмий етап* техніко-конструкторської діяльності учнів полягає в підготовці та виготовленні виробу. Звичайно, конструкції виробів розроблялись відповідно до треступеневої системи виробу об'єктів конструювання, їх конструктивні особливості такі, що вони можуть бути виготовлені учнями на обладнанні, з яким школярі знайомі відповідно до програми трудового навчання, та на обладнанні, виготовленому самостійно.

Підготовка до виготовлення виробу вимагає від учителя визначення форми організації такої роботи. Він може організувати практичну роботу школярів не тільки на уроках трудового навчання, а й під час занять технічного гуртка, додаткових занять. Крім цього, дуже часто для створення технічного виробу необхідно провести деякі дослідження фізичних, хімічних і біологічних властивостей матеріалів. Тому організатор технічної творчості повинен розв'язувати такі питання з учителями фізики, хімії, біології та визначатися щодо здійснення таких досліджень у часі й місці їх проведення, розробленні необхідного обладнання й методики досліджень. Тобто процес підготовки та виготовлення експериментального зразка потребує поєднання урочної та позаурочної роботи з учнями на міжпредметній основі, що вимагає від вчителя попередньої підготовки та планування.

Отже, потрібно прогнозувати етапність творчої технічної діяльності в часі та змісті; характер міжпредметних зв'язків і їх зміст; визначитись у виборі форм, методів, засобів і місця проведення занять; погодити ці питання з учителями-предметниками.

Після ознайомлення з етапами творчої діяльності учнів доцільно їх ознайомити і з етапами професійного проектування технічного об'єкта (табл. 2).

Таблиця 2

Етапи професійного проектування технічного об'єкта

Пор. № етапу	Назва етапу	Проектувальні дії під час етапу професійного проектування технічного об'єкта
1	Формулювання й уточнення технічного завдання	Визначення мети та формулювання головної ідеї проектної розробки. Уточнення призначення, умов експлуатації, принципу дії нового технічного об'єкта. Формування узагальненого образу майбутнього об'єкта (у разі розроблення нового технічного об'єкта – вирішення певного типу технічного протиріччя)

Пор. № етапу	Назва етапу	Проектувальні дії під час етапу професійного проектування технічного об'єкта
2	Ескізне проектування	Розроблення варіантів попередніх ескізів головних вузлів виробів. Відбір із попередніх ескізів найбільш вдалих варіантів. Визначення й аналіз реальних конструктивних зв'язків між окремими частинами виробу на основі урахування технологічних вимог до нього. Забезпечення зручності користування виробом (ергономічності), його естетичних якостей тощо
3	Технічне проектування	Розроблення кінцевого ескізного варіанта компонування виробу в цілому. Узгодження роботи суміжних вузлів і деталей. Створення геометрично подібної і фізично подібної моделей об'єкта, проведення необхідних досліджень і розрахунків. Підготовка складального креслення. Вибір конструкційних матеріалів за результатами економічного обґрунтування. Підготовка технічної характеристики виробу. Підготовка пояснювальної записки
4	Робоче проектування	Конструювання складових загальної конструкції об'єкта – вузлів і деталей, складання на них окремих креслень. Остаточне узгодження роботи суміжних вузлів і деталей. Виготовлення технологічної оснастки. Розроблення технології виготовлення виробу
5	Експериментально-дослідне випробування	Виготовлення експериментально-дослідного зразка. Випробування експериментально-дослідного зразка. Уточнення технічної документації (з метою усунення можливих недоліків)

II § 1.3

Методи технічної творчої діяльності та їх класифікація

Результати експериментальних досліджень теми «Наукове обґрунтування добору та реалізації змісту навчального предмета «Технології» у початковій і основній школі», навчального процесу з технології, досвід роботи вчителів свідчать про те, що ефективність творчої технічної діяльності учнів значною мірою залежить від того, які форми та методи організації обираються, як поєднується діяльність школярів на уроках трудового навчання з гуртковою роботою, правильним вибором комплексу індивідуальних, групових і масових заходів, як відбувається інтеграція навчання технологій з іншими шкільними дисциплінами (фізика, креслення, математика, хімія).

Зазначені вище результати досліджень свідчать про певні труднощі, що виникають у вчителів при виборі методів навчання. Наявність численних методів, що зможуть забезпечити багатогранну технічну творчість (технічну творчу діяльність, техніко-конструкторську діяльність), утруднює орієнтацію та вибір найбільш ефективних із них для окремого конкретного

заняття або його фрагмента. Тому важливим є визначення (класифікації) методів, які можуть бути використані в процесі технічної творчості учнів основної школи.

Технічна творчість учнів є одним із видів начально-виховної роботи, і підпорядковується закономірностям загальної дидактики. Тому під час формування техніко-конструкторських знань і вмінь учнів є потреба користуватися тими методами, які існують у загальній дидактиці. Проте багатоплановість творчої технічної діяльності на міжпредметній основі вимагає повторення, поглиблення та розширення знань з таких дисциплін, як фізика, креслення, математика тощо, а отже, й залучення методик навчання з цих предметів.

Питання класифікації методів творчої діяльності було і є предметом дискусій у педагогіці. Беремо до уваги, що метод навчання являє собою систему цілеспрямованих дій учителя, який організовує пізнавальну та практичну діяльність учня, що забезпечує засвоєння ним змісту освіти й тим самим мети навчання.

Розглянемо позицію науковців із цього питання. Так, С. Я. Галант поклав в основу класифікації джерело пізнавальної інформації – слово, наочний образ, практичну діяльність; М. М. Скаткін та І. Я. Лернер – характер пізнавальної діяльності учнів (репродуктивні та проблемні методи навчання); Ю. К. Бабанський методи навчання поділяє на три групи: організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності; стимулювання та мотивації навчально-пізнавальної діяльності; методи контролю та самоконтролю за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності. А. А. Киверялг за основу своєї класифікації взяла функції вчителя та учня, тобто методи навчання й учіння, розділивши їх на словесно-ілюстративні та практичні.

Аналіз названих методів трудового навчання показує, що ефективність їх застосування є високою на етапі виготовлення об'єкта конструювання.

Класифікація методів у технічній творчості аналізувалася й розроблялася також багатьма дослідниками. Зокрема, Р. П. Скульський виділяє такі методи:

- ілюстративно-пояснювальні – пояснення без постановки проблемних запитань;
- ілюстративно-творчі – постановка проблемних запитань на кожному етапі навчання, які конкретизують сформульовану проблему на початку і з допомогою пояснень та ілюстрацій дають змогу розв'язувати її;
- пошуково-творчі – включення учнів у пошук із вивчення технічного об'єкта або його створення.

В основу цієї класифікації покладено пізнавальну активність учнів. Така система методів ефективна при розв'язанні учнями технічних завдань на етапі розроблення конструкції, засвоєння змісту завдання й пошуку розв'язку проблеми. Однак автор не розкриває детально їх зміст і не показує, які методи краще застосовувати на етапі складання технічної документації, виготовлення об'єкта та його експериментального випробовування, як забезпечити мотиваційну сторону навчально-виховного процесу тощо.

Дослідник В. І. Качнев виділяє такі методи технічної творчої діяльності учнів:

- пояснення (будова знаряддя праці, технологічного процесу або його частини);
- демонстрація в процесі навчання (об'єкта техніки, технологічної операції, трудової дії);
- інструктаж;
- вправи на виконання трудових дій і використання знарядь праці;
- самостійні лабораторні та практичні роботи тощо;
- розв'язування задач, у тому числі й проблемних.

В основу цієї класифікації покладено вид діяльності учня. Ця сукупність методів повністю забезпечує поле діяльності школярів, однак не конкретизує способи реалізації багатьох методів, наприклад, якими способами досягти ефективної діяльності учнів на лабораторних заняттях, які методи використати при розв'язуванні технічних проблемних задач тощо.

Як бачимо, зазначена сукупність дещо відрізняється від попередньої.

Учені П. М. Андріанов, В. В. Колотілов пропонують такі методи навчання учнів конструюванню:

- застосування технічної документації зі скороченими даними;
- метод маніпулятивного конструювання;
- розв'язування творчих завдань;
- творчі завдання локального характеру;
- мислений експеримент;
- пошук і виявлення (відшукування) несправностей;
- лекції та бесіди, читання наукових статей, написання звітів про результати самостійних досліджень;
- залучення учнів до обговорення наукових проблем, обмін інформацією тощо;
- вправи на розв'язування технічних задач і завдань;
- колективне обговорення варіантів конструкції;
- маніпулятивний метод;
- самостійна робота учнів;
- підбиття підсумків.

Зазначена сукупність методів переважно забезпечить умови для формування в першу чергу техніко-конструкторських знань і вмінь. Проте застосування їх при формуванні технічних знань не досить ефективно з ряду причин. По-перше, окремі технічні поняття об'єктивно є продуктом конкретизації та практичного застосування кількох понять з основ наук, креслення тощо. По-друге, технічні об'єкти мають більший ступінь конкретності та образності і в них менше узагальнень та абстракцій. Крім цього, створення технічних об'єктів вимагає від учнів не лише інтелектуальної, а й сенсомоторної складової їх діяльності. Тобто йдеться про формування сенсомоторних навичок у поєднанні з трудовою підготовкою учнів, що за змістом пов'язано з трудовим навчанням.

Описаний на початку параграфа підхід навчання технічної творчості не буде порушувати логіку й цілісність вивчення окремих дисциплін, разом з тим є можливість розширити та поглибити зміст навчання (не змінюючи навчальних програм) за рахунок інтеграції та комбінування окремих понять і суджень з різних дисциплін під час творчої діяльності учнів у галузі техніки. Окрім того, він має низку переваг над традиційним упровадженням міжпредметних зв'язків за рахунок ширших можливостей комбінування понять і завдяки кращому навчально-методичному та матеріально-технічному забезпеченню процесу формування техніко-конструкторських понять, суджень тощо. Використання інтеграційного методу навчання дає змогу також більше часу приділити розробленню технологічної документації, використати більш складні об'єкти конструювання, упровадити міжпредметні зв'язки, що в цілому поглиблює розуміння школярами змісту сучасних технологічних процесів.

Із зазначеного можна зробити висновок, що особливість інтегрованого методу полягає в тому, що він поєднує набуті школярами знання, уміння та навички із загальнотехнічних дисциплін з практикою технічної творчої діяльності учнів, а також розширює можливості техніко-конструкторської роботи школярів, використовуючи уроки технології, креслення, фізики та позаурочні форми навчання, у першу чергу гурткову роботу.

Відомо, що завдання навчально-виховного процесу полягає не лише у формуванні техніко-конструкторських знань і вмінь, а й способів діяльності. Учні повинні навчитися користуватися деякими методами розв'язування раціоналізаторських і винахідницьких завдань або їх основами, такими як «мозковий штурм», «морфологічний аналіз», АРВЗ, «методика семикратного пошуку», тренінгова система «КАРУС» тощо, розробленими Г. С. Альшшур-лером, Г. Я. Бушем, В. О. Моляко та іншими.

Важливість та особливості технічної творчої діяльності учнів, специфіка формування технічних понять, як бачимо, вимагає застосування широкого спектра методів навчання, що висвітлені в науково-педагогічній і методичній літературі. Їх кількість досить велика, що зумовлює значні труднощі для організаторів технічної творчості у виборі методів для конкретних ситуацій. У зв'язку з цим виникла потреба класифікації методів навчання, яка допоможе вчителю зорієнтуватись у їх виборі.

Виділимо особливості технічної творчості учнів, які сприятимуть подальшій роботі в цьому плані:

1) це педагогічно організований навчально-виховний процес, а тому він підпорядковується загальнодидактичним принципам і вимагає використання загальнодидактичних методів навчання;

2) окремі види діяльності збігаються з вивченням програмного матеріалу шкільних навчальних планів і можуть реалізовуватися на заняттях з деяких дисциплін і в позаурочній роботі;

3) техніко-конструкторська діяльність учнів базується на міжпредметній основі, а тому вимагає застосування методів навчання з дисциплін – основ наук, трудового навчання, креслення тощо.

Таким чином, технічну творчу діяльність необхідно розглядати як педагогічно організований процес, у якому використовуються загальнодидактичні, спеціальні, специфічні, інтеграційні та стимулюючі методи навчання.

Загальнодидактичні методи навчання, як уже згадувалося, класифікуються вченими-педагогами за різними ознаками. У технічній творчості найбільш прийнятною буде класифікація, в основу якої покладено рівень засвоєння знань, розроблена І. Я. Лернером: пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемного викладу, частково-пошукові, дослідницькі.

Спеціальні методи відображені в загальнодидактичних методах і виділяються лише формою прояву, своїм спеціальним призначенням тільки для застосування їх у технічній творчості учнів. Окремі групи методів знаходять своє використання на різних рівнях творчої активності дітей. Така класифікація відома з методичної літератури. Ми її наводимо нижче в таблиці 3.

Спеціальні методи технічної творчості застосовуються в різних сферах технічної творчості учнів і спрямовані в основному на творчий процес інтелектуальної діяльності. Техніко-конструкторська діяльність є складовою технічної творчості учнів і має свою специфіку. Тому відповідно до поставленої мети, обраного змісту діяльності та інших факторів знаходять своє використання *специфічні методи*: методи навчання конструюванню; методи, спрямовані на формування творчих здібностей і навичок, подолання інертності мислення тощо.

Таблиця 3

Спеціальні методи навчання в технічній творчій діяльності учнів

Пояснювально-ілюстративні:	<ul style="list-style-type: none"> – бесіди; – лекції; – розповіді; – екскурсії
Репродуктивні	<ul style="list-style-type: none"> – робота з технічною літературою; – інструктаж; – маніпулятивні; – збирання виробів за зразком; – виготовлення по пам'яті; – збирання об'єкта за кресленням

Алгоритмічні	<ul style="list-style-type: none"> – ТРВЗ; – направлені графи; – АРВЗ
Евристичні	<ul style="list-style-type: none"> – чорний ящик; – випадковий пошук; – організовуючі поняття; – десяткові матриці; – контрольні запитання
Дослідницькі	<ul style="list-style-type: none"> – спостереження; – аналіз – синтез; – індукція – дедукція; – абстрагування; – конкретизація; – узагальнення; – експеримент; – аналогія тощо

До методів навчання конструюванню слід віднести:

- маніпулятивне конструювання;
- застосування технічної документації зі скороченими даними;
- розв’язання творчих завдань;
- творчі завдання локального характеру;
- мислений експеримент;
- пошук і виявлення несправностей;
- вправи на пошук і виключення наперед спрогнозованих нерациональних і неоптимальних варіантів розв’язку технічної задачі та чіткого розуміння їх причин.

Специфічними, зокрема, є методи (прийоми) навчання учнів творчості, які подано в системі «КАРУС». Використовуючи низку таких методів, можна створювати ускладнені умови для учнів, завдяки чому формуються вміння та навички творчо мислити – долати психологічний бар’єр стереотипного мислення. Такими методами є метод обмежень у часі, раптової заборони, швидкісного ескізування, нових варіантів, недостатньої інформації, надлишкової інформації (інформаційного перенасичення), абсурду, ситуаційної драматизації. Детальніше про цей метод буде йтися окремо.

Оскільки технічна творча діяльність учнів здійснюється не лише у процесі вивчення окремих навчальних дисциплін, а й у позакласній роботі, то належне місце відводиться методам стимулювання їх творчої діяльності в галузі техніки. Отже, до четвертої групи в нашій класифікації слід віднести стимулюючі методи: створення ситуації змагань; створення утруднень у процесі розумової діяльності та практичної трудової діяльності учнів; створення ситуації успіху в праці; пізнавальні та комп’ютерні пізнавальні ігри тощо.

Розглянуті вище класифікації методів дають підставу зробити висновок:

- усі методи організації технічної творчості та процесу навчання можна поділити на п’ять груп, які можуть бути використані вчителем за власним вибором відповідно до навчальної ситуації: загальнодидактичні, спеціальні, специфічні, стимулюючі та інтеграційні методи;
- спеціальні та загальнодидактичні відрізняються між собою формою прояву;
- специфічні методи навчання в техніко-конструкторській діяльності учнів забезпечують ефективний розв’язок окремих завдань у галузі технічної творчості – навчити школярів конструкторській справі, розвивати творче мислення, інтуїцію учнів, навчити долати психологічний бар’єр у процесі розв’язку технічних задач тощо;

– інтеграційний метод дає змогу розширити та поглибити зміст навчання учнів шляхом залучення низки навчальних дисциплін до технічної творчості. Таку класифікацію методів подає у своїх публікаціях В. П. Мельничук (табл. 4)

Таблиця 4

Класифікація методів технічної творчості учнів

Загальнодидактичні	<ul style="list-style-type: none"> – пояснювально-ілюстративні; – репродуктивні; – проблемного викладу; – частково-пошукові; – дослідницькі
Специфічні	<ul style="list-style-type: none"> – методи навчання конструюванню; – методи створення ускладнених умов тощо
Стимулюючі	<ul style="list-style-type: none"> – створення ситуації змагань; – створення ситуації успіху; – пізнавальні та комп'ютерні ігри тощо
Інтегровані	<ul style="list-style-type: none"> – міжпредметний; – поєднання урочної та позакласної техніко-конструкторської діяльності

Ця класифікація дає змогу організаторові технічної творчості орієнтуватись у виборі тих чи інших методів у певних педагогічних ситуаціях, залежно від поставленої мети та завдань, принципу та змісту навчального процесу, віку учнів тощо.

II § 2

Психологічні основи технічної творчості та їх важливість для технічної творчої діяльності учнів

Для процесу творчої діяльності школярів характерними є такі поняття психології творчості, як «інертність мислення», «обхідне мислення», «інтуїція», «асоціації» тощо.

Інертність мислення

Приступаючи до вирішення певної технічної задачі, проблеми (наприклад, до проектування та виготовлення технічного пристрою), людина спирається перш за все на свій попередній досвід, зокрема досвід розв'язування схожих (типових) задач. Це призводить до того, що при вирішенні принципово нової задачі думка, мислення людини йде звичним напрямком. Однак у такому разі використання попереднього досвіду може бути не тільки неефективним, а й шкідливим, оскільки спрямовує розумову діяльність людини на хибний шлях. Тобто минулий досвід підказує розв'язок, який або мало чим відрізняється від попередніх, або ж спонукає до сліпого перенесення певного розв'язку, що дає неправильний кінцевий результат. Властивість мислення людини при вирішенні нової задачі йти звичним напрямком психологи називають інерцією мислення. Вона властива всім людям, причому, не тільки у випадках пошуку технічного розв'язку задачі.

Щоб упевнитися в існуванні інерції мислення, розглянемо простий приклад.

Учні у класі показують дві долони та запитують, скільки на них пальців. Відповідь – десять. Потім долони опускають і ставлять наступне запитання: «А скільки пальців на десяти руках?» Здебільшого майже всі учні дають відповідь – 100 (хоча насправді – 50). Що ж відбулося? Спочатку увагу школярів було навмисно сконцентровано на парі рук і цифрі 10, що відклалося в їхній свідомості. При цьому не було зроблено наголос на тому, що 10

пальців – на двох руках. Відповідаючи на друге запитання, через інертність мислення учні продовжували думати, що йдеться про 10 пар рук, а не про 10 рук. А тому відповідь – 100.

Інертність мислення в процесі творчої діяльності відіграє вкрай негативну роль, оскільки зважає людині зосередитися на створенні оригінального, нового. Для усунення негативного впливу цього явища необхідно підходити до вирішення проблеми з іншого боку. На розвиткові здатності переборювати інертність мислення зупинимося пізніше.

«Обхідне» мислення

Ураховуючи існування інертності мислення, можна зробити висновок, що досить важливим у творчій діяльності людини є переборення (подолання) інертності мислення. Одним із важливих прийомів, який дає змогу це зробити, є використання так званого обхідного мислення.

Сутність обхідного мислення в багатьох випадках полягає у зміні об'єкта уваги. Розглянемо приклад.

Стальні кульки мають надзвичайно широке застосування в техніці. Лише кулькових підшипників виробляється багато мільйонів штук. Для оцінки якості кульок необхідно визначати їхні пружні характеристики. Як правило, це завдання вирішують шляхом контактного випробування кульок. Проте суцільний контроль таким методом забезпечити неможливо, оскільки їх виробляється надзвичайно багато.

Для прикладу розглянемо таку евристичну задачу. Уявимо, що в порівняно великий ящик випадково насипано кульки трьох сортів. Кульки кожного сорту мають різну твердість (але в окремому сорті – всі однаково), однак усі вони мають абсолютно однаково масу та розміри. Необхідно запропонувати спосіб якомога швидшого їх сортування.

Якщо використовувати прямий метод вирішення задачі (пряме мислення), то потрібно взяти велику кількість досконалих автоматичних пристроїв, у яких кожна кулька піддавалась би випробуванню спеціальним механізмом. Однак це дуже довго.

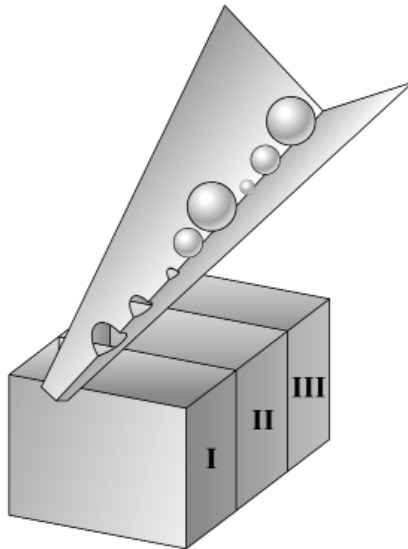


Рис. 21 Пристрій для сортування кульок за розміром

Обхідне мислення для цієї задачі дало оригінальне та просте рішення: кульки повинні безперервно котитися по жолобу і падати на сталеву плиту. Залежно від своїх пружних властивостей кожна кулька буде підскакувати на різну висоту і падати в один із трьох приймальних жолобів. Вони повинні бути розташовані на трьох різних висотах, що відповідають

пружним якостям кожного сорту кульок. Це досить просте рішення, яке можна застосовувати при будь-якій кількості кульок і легко реалізувати.

Що ж відбулося в цьому випадку? Річ у тому, що ми перенесли свою увагу з пристроїв для випробовування кульок на самі кульки. У цьому й полягає сутність обхідного мислення. Як бачимо, воно допомогло отримати оригінальний розв'язок проблеми. Схильність до обхідного мислення ми будемо розвивати під час розв'язування спеціальних задач.

У чому ж полягає різниця між прямим і обхідним мисленням? Винахідник Едуард де Боно сформулював це так: «При прямому мисленні логіка керує розумом, а при обхідному – логіка перебуває на службі у розуму».

Для сортування кульок за розміром можна використати й інший спосіб (рис. 21).

Інтуїція та асоціації в технічній творчості.

Логічне та інтуїтивне мислення

У повсякденному житті бувають випадки, коли, не вирішивши певну задачу чи проблему відразу, людина швидко знаходить рішення, повернувшись до неї через певний час (в тому числі й через декілька днів). Зробіть спробу пояснити таке явище.

У конструкторській, раціоналізаторській, винахідницькій пошуковій діяльності помічено дивні, на перший погляд, факти та випадки, що супроводжують процес розв'язування технічної задачі. Наприклад, проектувальник хоче знайти ефективне технічне рішення у процесі своєї пошукової творчої діяльності. Таким рішенням може бути:

- 1) конструкція принципово нового об'єкта проектування;
- 2) ефективний і раціональний варіант узгодження роботи суміжних вузлів чи деталей технічного об'єкта проектування;
- 3) принципово новий варіант компонування технічного об'єкта;
- 4) оригінальне проектування технічного об'єкта;
- 5) розроблення технологічних процесів.

Проектувальник інтенсивно працює: вивчає технічну літературу з цієї тематики, розглядає конструкцію схожих технічних об'єктів, консультується у фахівців-технологів.

Не знайшовши потрібного рішення, проектувальник припиняє пошукову діяльність. Однак, повернувшись до неї через певний час, досить швидко вирішує проблему (знаходить потрібне рішення), ніби отримавши дивним чином підказку. Складається враження, що до проектувальника раптово надходить осяяння. Саме тому тривалий час інтуїцію розглядали як містичне, надприродне явище. Що ж насправді відбувається у творчому процесі віднайдення бажаного проектного рішення? Пояснюється це таким чином: інформація, яку отримав проектувальник, продовжує опрацьовуватися в мозку на підсвідомому рівні, навіть у той час, коли він виконує інше завдання (чи навіть спить).

Результати фізіологічних і психологічних досліджень свідчать, що у людини існує мислення на підсвідомому рівні. При цьому сам процес опрацювання інформації вона начебто не відчуває, а у свідомість входить лише кінцевий результат. Тому людині здається, що до неї надходить осяяння.

Підсумок (результат) опрацювання інформації в підсвідомості людини прийнято називати інтуїцією. Інтуїція – це результат підсвідомого мислення (мислення на підсвідомому рівні).

Підсвідоме мислення (інтуїцію) ще називають інтуїтивним мисленням, а отриманий розв'язок задачі – інтуїтивним розв'язком.

Винахідник Блінов з цього приводу зазначав: «Рішення, які визнаються інтуїтивними, лише здаються несподіваними. По суті ж справи вони являють собою плід і складний результат тривалої розумової роботи та глибоких роздумів».

Отже, для досягнення проектного рішення необхідно вміло користуватися інтуїцією в проектній пошуковій діяльності.

Повернімося до розглянутого вище прикладу творчої праці з конструювання певного технічного об'єкта. Чому проектувальнику відразу не вдалося знайти потрібне проектне рішення? Багато винахідників відзначають, що їх спроби підштовхнути силою волі свою творчу працю залишилися безплідними. Тобто після інтенсивної праці над вирішенням певної проблеми, отримання значної кількості інформації з цього питання необхідно зачекати деякий час для вільного протікання періоду підсвідомого дозрівання ідеї чи розв'язку.

Як зазначалося, для інтуїтивного розв'язку технічної задачі на підсвідомому рівні потрібен певний час. Однак часто серед проектувальників можна почути таке: «Я інтуїтивно зробив це відразу (мається на увазі певна дія, прийняте рішення тощо)», «Я здогадався, як це треба зробити!»

Творчому процесові розв'язування технічної задачі, яким є проектне завдання, притаманний здогад – інтелектуальна, мислено виконана дія на основі попереднього досвіду. Схожа проектна ситуація вже раніше виконувалася, і в підсвідомості проектувальника сформувалася своєрідна модель, стереотип. Тому в проектній ситуації з підсвідомості практично миттєво у свідомість проектувальника надходить своєрідна підказка – здогад. На допомогу в такому разі приходять практичний (емпіричний) досвід проектувальника.

Поняття «здогад» має місце і в більш складних ситуаціях творчої діяльності. При цьому здогад (інтуїтивний розв'язок) може виникнути на різних стадіях розроблення технічного об'єкта, зокрема:

- вивчення технічного завдання на розробку технічного об'єкта;
- формування проектного задуму (головної ідеї розроблюваного технічного об'єкта);
- його перевірка;
- іноді лише після тривалого багаторазового розв'язування технічної задачі.

На підставі розглянутого вище можемо зробити такий висновок.

Здогад є результатом інтуїтивного мислення, яке властиве фахівцям-конструкторам.

Поняття «інтуїція» та «здогад» є синонімами.

Учений-психолог Я. А. Пономарьов виділяє два типи інтуїції.

- 1) застосовується в пошуковій, творчій діяльності;
- 2) пов'язаний із використанням уже готового розв'язку, який придатний у новій ситуації.

Цей тип інтуїції притаманний праці не тільки всіх фахівців.

З цією класифікацією досить добре узгоджується все розглянуте вище.

На основі викладеного переконуємося, наскільки важливою може бути роль інтуїції в процесах проектування та конструювання виробів. Для цього необхідно не тільки добре розуміти сутність інтуїції, вміти її використовувати, але й знати механізм інтуїтивного мислення.

Під механізмом інтуїтивного мислення слід розуміти ті розумові операції, з допомогою яких у підсвідомості проектувальника визріває інтуїтивний розв'язок.

Учений-психолог В. А. Моляко на підставі тривалих досліджень встановив, що в основу інтуїтивного мислення закладено такі механізми:

- порівняння;
- знаходження аналогії та наступного переносу (зокрема на розроблюваний технічний об'єкт);
- комбінування;
- реконструювання (протиставлення).

Детальніше питання психологічної сутності інтуїції розглядається в темі – «Психологія пошуково-конструкторської діяльності».

Усі перелічені інтелектуальні дії в пошуковій діяльності є надзвичайно важливими та необхідними в процесах проектування і конструювання технічних об'єктів – як у свідомій, так і в підсвідомій творчій діяльності розробників.

Логічне та інтуїтивне мислення проектувальника

Кілька століть точилися жваві дискусії про те, що є більш важливим у технічній творчості: логіка чи інтуїція. У результаті було доведено, що у творчому процесі проектувальника вони обидві мають місце (взаємно переплітаючись) і при цьому є однаково важливими. Це невід'ємні складові проектної пошукової діяльності. Однак їх роль у творчому процесі проектування та конструювання різна.

Результатом логічної діяльності мозку може бути ціла сукупність розв'язків задачі, проблеми. Суттєве ж скорочення часу на пошук найкращого (оптимального) рішення можливе саме завдяки інтуїції.

Логіка й інтуїція – це дві важливі складові (грані) творчого процесу. Слабко розвинена логіка збіднює область пошуку, а слабко розвинена інтуїція розтягує процес знаходження нового, віддаляє отриманий розв'язок від найефективнішого. Зв'язок між ними проявляється ще й у зворотному процесі: знайдений розв'язок за допомогою інтуїції перевіряється логікою. Логічне й інтуїтивне мислення немовби конкурують між собою у творчому процесі. Протиборство інтуїтивного та логічного має місце не тільки на етапі аналізу отриманого розв'язку, а й у процесі його конструювання.

Асоціації (асоціативне мислення). Звернімося до практичного досвіду. Поширеним є вираз: «Ця марка технічного засобу дуже схожа на іншу» (називають технічні засоби одного типу, виду, класу). Зверніть увагу: в цьому разі встановлюється (утворюється) своєрідний зв'язок між спорідненими технічними засобами у формі класифікації. Тобто вважають, що один технічний об'єкт асоціюється з іншим завдяки схожим зовнішнім ознакам, функціональним, технічним характеристикам тощо. Аналогічне явище має місце в повсякденному житті, коли говорять: «Ця людина досить схожа на іншу» (називають її ім'я, прізвище чи просто згадують образ). Тобто встановлюється (утворюється) своєрідний зв'язок між людьми.

Як же здійснюється сприймання, запам'ятовування, відображення в технічних рисунках проектувальником певних технічних об'єктів (– образів) і подальше їх зіставлення чи порівняння?

Запам'ятовування технічних образів, думок та інших відображень дійсності завжди ґрунтується на утворенні та закріпленні в мозку проектувальника певних зв'язків між ними. На них ґрунтується не лише пам'ять людини, а й інші психічні процеси.

На основі розглянутого вище можна дати визначення поняттю «асоціація».

Асоціація – це зв'язок, який утворюється за певних умов між двома чи більше психологічними утвореннями в процесах сприйняття і відображення. Ними можуть бути: сприйняття образів, різні відчуття людини, певні уявлення та ідеї тощо.

Існує два основних типи асоціацій: асоціації за схожістю та за суміжністю.

В асоціаціях за схожістю пов'язуються образи предметів (людей), які схожі між собою в певному відношенні (плані). Наприклад, сприймання образу незнайомого технічного об'єкта (людини) викликає образ подібного технічного об'єкта тому, що цей технічний об'єкт схожий із ним за якими-небудь зовнішніми ознаками чи технічними характеристиками.

В асоціації за суміжністю пов'язуються образи технічних об'єктів, які сприймалися одночасно (суміжно) у просторі або часі. Наприклад, сприймання образу одного технічного об'єкта викликає образ іншого технічного об'єкта тому, що обидва перебували в одному й тому ж місці одночасно.

Мислення, у процесі якого використовуються різного типу асоціації, називаються асоціативним.

Уміння створювати образи нових технічних об'єктів у вигляді просторових фігур є досить важливим і характерним для творчої технічної уяви.

Аналіз творчої діяльності конструкторів і винахідників показує, що головними рисами

їх технічної творчої уяви є вміння мислено створювати конкретні, яскраві образи нових пристроїв, механізмів, технологічних процесів.



Рис. 22 Схожість форми лебедя та літака

У мисленому створенні таких образів, в уявлюваному їх застосуванні в різних ситуаціях важливу роль відіграє **асоціація за схожістю**. Історія техніки знає багато прикладів, коли проекти нових технічних об'єктів виникали на основі асоціацій за схожістю. Саме вони відіграли важливу роль у визначенні форми літаків (асоціація з птахами (рис. 22), підводних човнів і суден (асоціація з рибами), а також у розробці різних пристосувань (наприклад, застібка – реп'ях (рис. 23), у якій використано властивість реп'яха чіплятися своїми «гачками» до ворсистих тканин).

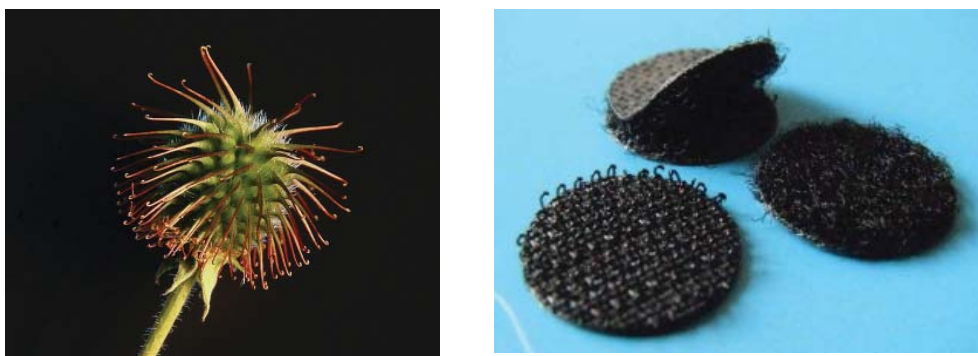


Рис. 23 Застібка і реп'ях

Асоціації, асоціативне мислення мають надзвичайно велике значення у процесах проектування та конструювання технічних об'єктів і виробів. Особливо велике значення мають асоціації, асоціативні зв'язки на початковому етапі формування конструкторського задуму: вирішення задачі на створення нового технічного об'єкта.

Таким чином, чітке розуміння сутності розглянутих психологічних понять, уміле їх використання на практиці нададуть велику допомогу в процесі технічної творчості учнів.

II § 3

Виробничі та навчальні технології

А. Виробничі технології

Загалом під технологією розуміють сукупність засобів, прийомів і способів обробки чи переробки сировини, матеріалів, напівфабрикатів у предмети споживання чи способи виробництва, що здійснюється в різних галузях промисловості.

У літературних джерелах термін «технологія» з'явився в 1772 р. і походить від двох грец. слів: «технос» – мистецтво, ремесло і «логос» – наука, тобто дослівно технологія – це наука про ремесла.

Окрім зазначеної сутності терміна «технологія» (технологія – сукупність певних виробничих процесів), під ним ще розуміють науку про виробничі процеси. Метою технології як науки є визначення та застосування на практиці найбільш ефективних і економічних виробничих процесів, що потребують найменших витрат часу і матеріальних ресурсів.

Для сучасного суспільства технології мають дуже велике значення, оскільки все, що створюється людством для забезпечення його життя на землі та в космосі, є продуктом технологій.

Розгляньмо класифікацію технологій, подану в табл. 5.

Таблиця 5

Класифікація технологій

№з/п	Ознака, за якою поділяють технології	Вид технології
1	За належністю до галузі промислового виробництва	космічні, складальні, інформаційні, освітні, фінансові, транспортні
2	Залежно від методів одержання чи обробки певних матеріалів	металів, волокнистих речовин, тканин тощо
3	За товарною ознакою	металів, будівельних матеріалів, палива, добрив, харчових продуктів тощо
4	За сировинною ознакою	переробки мінеральної, рослинної, тваринної сировини; вугілля, нафти, волокнистих речовин тощо
5	Залежно від виду виробництва	виплавлення, кування, випалювання, прядіння та інших процесів

Під час організації технологічних процесів, людина створює умови для необхідних перетворень інформації та речовини з одного виду в інший, який потрібний людству. При цьому відбувається нашарування технічних, економічних, організаційних, соціологічних та інших проблем, що дає підстави говорити про технологічні системи. Система – це сукупність елементів, що знаходяться у відношеннях і зв'язках один з одним, утворюючи певну цілісність, єдність.

Важливим поняттям у технології є «технологічний процес».

Технологічний процес – це частина виробничого процесу, яка вміщує цілеспрямовані дії на зміну та визначення кінцевого стану предмета праці. Як і технологій, технологічних процесів є дуже багато. Їх різноманітність зумовлена видами сировини, обладнання, продуктів виробництва, методів праці, методів і способів виробництва, своєрідністю організації тощо. Загалом технологічні процеси поділяються на механічні, фізичні, хімічні, біологічні та комбіновані.

Діяльність відповідних фахівців (зокрема, інженерів-технологів) зі створення (розроблення) технологічних процесів включає велику кількість важливих операцій і дій: аналіз вихідних даних; підбір діючого типового технологічного процесу чи пошук (розроблення) принципово нового; вибір вихідної заготовки та методів її виготовлення; вибір технологічних баз; складання технологічного маршруту обробки; розроблення технологічних операцій; вибір засобів технологічного оснащення операції чи замовлення нових, зокрема, засобів контролю та випробувань; вибір засобів механізації та автоматизації елементів процесу; вибір і розрахунок режимів обробки; нормування технологічного процесу; визначення вимог

техніки безпеки; розрахунок економічної ефективності технологічного процесу; оформлення технологічного процесу.

Для умов машинобудівного виробництва, зокрема, технологічний процес – це частина виробничого процесу, що включає послідовну зміну розмірів, форм, зовнішнього вигляду чи внутрішніх властивостей предмета виробництва та контроль переліченого.

Важливе місце в технологічному процесі належить технологічній операції. Технологічна операція – це цілісна, самостійна частина технологічного процесу, що виконується безперервно на одному робочому місці, з одним виробом, який обробляється чи складається одним або кількома робітниками. При цьому одночасно може бути й декілька виробів.

Технологічна операція є основною одиницею виробничого планування та обліку. На її основі здійснюється низка інших операцій і дій. Зокрема: визначається трудоемність виготовлення виробу та встановлюються норми часу і розцінки; задається необхідна кількість робітників, оснащення, пристосувань та інструментів; визначається собівартість обробки; здійснюється календарне планування виробництва та контроль якості й термінів виконання робіт.

Важливе місце в технологіях належить проектуванню технологічного процесу. Правильне визначення його сутності та ступеня технологічного оснащення, що були б найбільш раціональними для певних умов конкретного серійного виробництва, є складним завданням. Від фахівця (технолога) вона вимагає: чіткого розуміння реальних виробничих обставин, найближчих перспектив розвитку підприємства, умінь здійснювати складні техніко-економічні розрахунки й аналізи тощо.

Надзвичайно важливого значення для конструкції технічного об'єкта має така її характеристика (критерій), як технологічність. До розроблення технологічних процесів виробництва таких конструкцій ставляться особливі вимоги. Конструкція виробу, об'єкта може бути визнана технологічною, якщо вона забезпечує просте й економічне виготовлення цього виробу.

Основою будь-якого підприємства є технологічна підготовка виробництва продукції. Під технологічною підготовкою виробництва розуміють сукупність заходів, які забезпечують технологічну готовність виробництва.

Технологічна готовність виробництва передбачає наявність на підприємстві певних комплектів конструкторської і технологічної документації та засобів технологічного оснащення, необхідних для здійснення заданого обсягу випуску продукції з установленими техніко-економічними показниками.

Б. Навчальні технології

Під час виконання творчих проектів учні не тільки проектуватимуть, а й виготовлятимуть різні вузли та деталі, вироби в цілому, а тому повинні вміти виконувати на високому рівні трудові прийоми й операції, розробляти технологічні процеси виготовлення вузлів і деталей спроектованого технічного об'єкта. Навчальний матеріал цієї теми повинен стати базою для формування уявлень про загальні правила складання технологічних процесів, що вироблені багаторічною практикою промислових підприємств. Передусім необхідно розуміти зв'язок між різними технологічними процесами, спільне між ними. Виготовляючи різні за своєю конструкцією вироби, учні повинні усвідомити, що цей процес складається з тих самих операцій і, вивчивши лише три операції, можна вже виготовити різноманітні суспільно корисні речі.

До чого зводиться процес виготовлення виробу? Він полягає у здійсненні низки трудових операцій. Отже, спираючись на аналіз технології виготовлення виробів, можна створити перше уявлення про технологічний процес обробки деталей як про низку послідовних операцій. Звертаємо увагу – операції слід виконувати не довільно, а в чіткій послідовності. Наведемо дуже простий приклад. Зрозуміло, що спочатку розмічають заготовку для задуманого виробу, виконують розпилювальні операції, а потім окремі деталі стругають. Переставляти операції

не можна. Отже, щоб виготовити спроектований учнями складний виріб, треба не тільки вміти виконувати певні операції, а й знати послідовність їх виконання. У цьому проявляється сутність поняття «технологічний процес» як логічна послідовність обробки деталей.

У молодших класах під час виготовлення та складання виробів із деревини учні виконували в комплексі такі операції, як розмічання, пиляння, стругання. Стосовно обробки металів комплекс операцій був дещо ширшим: розмічання, плавлення, різання, гнуття, робота з дротом, з'єднання листового металу та дроту. Завдяки цьому створюються можливості розширити уявлення про технологічний процес виготовлення деталей: технологічний процес обробки металів відбувається в тій самій послідовності, що й процес обробки деревини. При цьому етапами технологічного процесу є такими: 1) вибір заготовки; 2) розмічання; 3) роздільні операції (пиляння деревини, різання металів тощо); 4) операції обробки (стругання деревини, обпилювання металів тощо); 5) контрольні операції.

Така класифікація операцій показує, що технологічний процес обробки деревини та металів складається з одних і тих самих етапів.

Складені учнями технологічні процеси в умовах шкільних майстерень, як правило, не відображають сучасних досягнень техніки. Учні повинні це розуміти. Тож необхідно використати набуті ними знання під час екскурсій на підприємства та поряд з навчальною технологією виготовлення спроектованого технічного об'єкта навчити їх складати «прогресивну» технологію. Наприклад, учні склали технологію для виготовлення спроектованого пристрою. Після цього їм необхідно розробити другий варіант технології, розрахований на використання устаткування механічного цеху, де вони побували під час екскурсій. Доцільно розробляти три варіанти технологічного процесу: перший – для умов навчальної майстерні, другий – з урахуванням механізації ручних робіт, третій – для умов передових сучасних методів обробки.

Порівнюючи ці три варіанти, учні роблять висновок, що технологічний процес можна невпинно вдосконалювати.

II § 4

Методи вирішення творчих технічних задач

Із давніх-давен люди прагнули полегшити свою працю, робити її більш ефективною та продуктивною. З курсу історії, інших навчальних предметів учням відомо, що з цією метою обдаровані особистості прагнули придумати, сконструювати різноманітні технічні пристрої.

З часу появи перших технічних пристроїв люди постійно ставили перед собою і розв'язували технічні задачі різної складності та значення, які здебільшого можна було назвати винахідницькими. При цьому виникало запитання: «Яким способом можна полегшити вирішення технічних винахідницьких задач?»

Важливо було віднайти форми впливу на психіку проектувальників, що активізували б творче мислення, давали б змогу керувати творчою пошуковою діяльністю.

Розглянемо ще один аспект цієї проблеми. Тривалий час творчість вважалася притаманною лише окремим талановитим людям, особливо обдарованим. Проте з часом виявилось, що творчі задатки від народження є майже у всіх людей, однак вони різні за рівнем і спрямованістю. Планомірний розвиток цих задатків вимагає знання особливостей творчого процесу людини. Тим більше, що технічний прогрес потребує зусиль великої кількості творчих фахівців у галузі техніки, зокрема проектувальників. Це актуалізувало процес вивчення їх творчої діяльності, пізнання сутності самого процесу технічного проектування. При цьому з'ясувалося, що для технічної творчості характерними є **певні** закономірності й особливості, які можна використати для створення результативних методів (далі – просто методів) по-

шуку розв'язків (рішень) творчих задач. З використанням зазначених закономірностей було створено низку важливих методів.

Методи вирішення творчих технічних задач поділяються на дві групи.

До першої групи належать такі методи: «мозкова атака», «тіньова мозкова атака», «синектика», «фокальні об'єкти», «морфологічний аналіз» тощо.

Зазначені методи ґрунтуються на двох загальних механізмах творчості – асоціативному мисленні та наперед прийнятому випадковому характерові пошуку.

Методи першої групи прості та зручні в процесі їх використання, однак вони не є цілеспрямованими (згадаємо – вони ґрунтуються на випадковому характерові пошуку) і подекуди не є достатньо надійними.

У табл. 6. подано інформацію для початкового ознайомлення з методами цієї групи.

Таблиця 6

Методи технічної творчості першої групи

№ з/п	Метод	Особливості методу та процесу (механізму) його створення
1	«Мозкова атака», А. Осборн (американський винахідник). У 40-і роки ХХ ст. почали розвиватися, атомна енергетика, ракетобудування, електронно-обчислювальна техніка тощо. Стало зрозуміло, що розв'язування складних, трудомісних задач не під силу винахідникам-одинакам, навіть геніальним. Потрібні колективні зусилля для всебічного охоплення проблем	Названий методом активізації перебору варіантів. Ґрунтується на такій особливості творчого процесу людини: одні винахідники більш схильні до генерування (створення) ідей, а інші – до їх критичного аналізу. А. Осборн запропонував доручати пошук розв'язків задач колективів, який складається із двох груп: групи «генераторів ідей» і групи «експертів». Ним розроблено правила використання «мозкової атаки» (див. нижче)
2	«Тіньова мозкова атака» – одна з модифікацій «мозкової атаки». Виявилось, що всі модифікації не сильніші за «мозкову атаку». Авторство методу не зафіксовано	Метод ґрунтується на такій особливості творчого процесу людини: у багатьох людей творчі конструктивні ідеї виникають під впливом ідей, висловлених іншими
3	«Синектика», У. Гордон (американський винахідник). У середині ХХ ст. учений удосконалив «мозкову атаку», використовуючи принципово інші підходи. «Синектика» в перекладі з грецької мови означає «об'єднання різнорідних елементів»	Створений Гордоном метод є значно ефективнішим за всі інші методи перебору варіантів. Оцінюючи надійність і важливість методу «синектика», радянський винахідник Г. Альтшуллер сказав: «Синектика – це межа того, що можна досягти, зберігаючи принципи перебору варіантів»
4	«Морфологічний аналіз». Цвіккі (швейцарський астроном і винахідник). Принципово інший підхід до пошуку розв'язків творчих технічних задач, запропонований у 40-і роки ХХ ст. морфологічним аналізом	Морфологічний аналіз – це перша спроба системного підходу в галузі винахідництва. Особливість і важливість цього методу полягає в тому, що його використовують часто для пошуку не одного конкретного рішення, а коли необхідно дослідити цілу область можливих рішень
5	Метод «фокальних об'єктів.», Кунце (німецький професор). Запропонований у 1924 році	Метод «фокальних об'єктів» досить простий для засвоєння, однак результати, отримані з його допомогою, не достатньо вагомі

До методів другої групи належать: алгоритм вирішення винахідницьких задач (АВВЗ); функціонально-вартісний аналіз.

Ці методи є значно надійнішими, однак досить складними для засвоєння та громіздкими в процесі використання.

Саме тому обмежимося розглядом найважливіших методів першої групи, зокрема розглянемо детальніше методи вирішення творчих технічних задач, які учні використовуватимуть під час проектування технічних об'єктів.

Метод «мозкова атака»

По телебаченню часто демонструється цікава та захоплююча гра «Що? Де? Коли?». У цій грі команда з 5-6 осіб лише за одну хвилину знаходить відповідь на складні запитання, які надсилають кмітливі люди з усієї країни (рис. 24). Як гравцям вдається це робити? За подібною методикою можна вирішувати проблемні задачі різної складності у процесі проектування виробів, використавши методи «мозкової атаки» та «тіньової мозкової атаки», а також значно ефективніший засіб – метод «синектики». Варто ознайомитися спочатку із цими, багато в чому схожими між собою методами.



Рис. 24. Правила використання методу «мозкової атаки».

1. Найбільш доцільна кількість учасників, що розв'язують творчу задачу, становить 12-25 осіб. Половина з них – генерує ідеї, інші – їх аналізують. У групу «генераторів» включають людей із бурхливою фантазією, схильних до абстрактного мислення, але не скептиків. Не можна до неї включати людей, присутність яких може якоюсь мірою обмежувати інших (наприклад, керівника та його співробітників). Бажано, щоб до складу групи ввійшли й спеціалісти-суміжники, а також 1-2 особи, які не мають ніякого відношення до розв'язуваної задачі. До групи «експертів» залучають людей з аналітичним, критичним складом розуму. Керує процесами вирішення задачі (його названо «сесією») найбільш досвідчений учасник «мозкової атаки».

2. Головним завданням «генераторів» ідей є висування максимальної кількості ідей розв'язку творчої задачі (у тому числі й фантастичних, жартівливих). Завдання «експертів» полягає у відборі найбільш прийнятних ідей.

Тривалість «сесії» залежить від складності задачі, що розв'язується, але не перевищує 30 – 50 хв.

3. Досить важливо, щоб між учасниками «мозкової атаки» встановилися вільні та доброзичливі відносини. У ході генерації ідей забороняється будь-яка критика, скептичні по-смішки, жести, міміка. Необхідно, щоб ідеї, висунуті одним учасником, підхоплювалися і розвивалися іншими. Аналіз ідей групою «експертів» проводиться дуже уважно. Без доскіпливого аналізу не повинні відкидатися навіть фантастичні чи абсурдні ідеї. У ході аналізу ідей відбувається їх оцінка (наприклад, у десятибальній системі). Необхідно вміло використовувати ідеї, (висловлені іншими,) для генерування своїх нових ідей.

У перші 10 – 15 років здавалося, що «мозкова атака» має необмежені можливості. Із цим методом пов'язували великі надії. Однак згодом виявилось, що це не так, зокрема, сучасні винахідницькі задачі йому не під силу. Тому метод почали вдосконалювати. Одним із таких удосконалень є метод «Тіньова мозкова атака».

Метод «Тіньова мозкова атака»

Не кожна людина може творчо працювати, генерувати ідеї у присутності сторонніх осіб і при активному їх втручанні. Деякі люди потребують для цього усамітнення й тиші. Як з'ясувалося, вони є досить корисними в особливій групі «генераторів». При «тіньовій мозковій атаці» формують дві підгрупи «генераторів»: перша з них – власне «генератори», які формують ідеї, а друга – тіньова, її учасники сліdkують за ходом роботи першої, але не беруть участі в обговоренні. Її називають «тіньовим кабінетом». У членів цієї групи ідеї виникають під впливом ідей, висловлених активними «генераторами». Активна і тіньова підгрупи генераторів перебувають в одному приміщенні на певній відстані або в різних приміщеннях. За умови останнього зв'язок між ними встановлюється за допомогою телемоніторів.

Інші особливості та правила проведення «тіньової мозкової атаки» є такими ж, як і «мозкової атаки».

Метод «синектика»

Всім доводилося переходити чи переїжджати через річку по мостах найрізноманітнішої конструкції та складності – від найпростішої до досить складної. Яка історія їх створення? Що стимулювало їх проектування (у разі складної конструкції) і виготовлення? Виявляється, поштовхом до цього, першопричиною була аналогія з тим, що людина бачила в повсякденному житті.



Рис. 25 Схожість будови засобів переходу через річку

Із давніх-давен у суспільстві використовували аналогію у своєму житті, практичній діяльності. Так, людина бачила, як по дереву, що впало з одного берега неширокої річки на другий, переходили тварини. За необхідності вона вже цілеспрямовано зрубувала дерево за допомогою кам'яної сокири та переходила по ньому на другий берег. Переконавшись у надійності та правильності такого відображення природи в мозку, у людини виникла ідея (за аналогією) побудови простого балочного моста. Пізніше будувалися мости у вигляді досить складних технічних конструкцій (рис. 25).

Зверніть увагу! Аналогію, різні її види і форми, які ви будете використовувати під час проектування нових технічних об'єктів, покладені в основу методу синектики. Пригадайте, хто його автор (див. табл. 1).

«Синектика» формує у свідомості людини своєрідний підхід до вирішення задачі. Його сутність полягає у віднайденні схожості (подібності) між задачею, що розв'язується, та іншими різноманітними задачами з інших галузей знань.

Як із часом виявилось, створений У. Гордоном метод є значно ефективнішим за всі інші методи перебору варіантів. У чому ж полягає таємниця успіху цього методу?

Учений вніс дві суттєві інновації в «мозкову атаку».

1. Він запропонував формувати для синектики постійний склад групи по 5-7 осіб із фахівців різного профілю та з різними захопленнями. Такий підхід дає змогу розглядати проблему в різноманітних аспектах, оскільки кожен фахівець вносить у вивчення проблеми (задачі) своє сприйняття, свій погляд на неї, що дозволяє охоплювати широкий спектр розв'язків.

Учасників синектики (їх називають синекторами) попередньо навчають за спеціальною методикою протягом року. Головна мета навчання – створити колектив людей, які добре розуміють один одного. За період навчання синектор повинен оволодіти такими якостями: умінням абстрагуватися, подумки відмежовуватися від предмета обговорення та нав'язуваних ідей; схильністю до роздумів і фантазії; умінням слухати інших, терпимо ставитись до ідей, висловлених товаришами; умінням знаходити у звичайному незвичайне і навпаки.

2. Гордон запропонував низку способів, які дають змогу уникнути суттєвих перепон (стереотипів) у творчій діяльності під час генерації ідей та активізації творчого мислення.

Один із таких способів (найбільш ефективний) – застосування різного типу аналогій під час вирішення задачі.

Уявімо, як будуть підходити до вирішення проблеми зниження шуму від системи вентиляції в цеху фахівець різного профілю.

Матеріалознавець: використати звукопоглинальний матеріал.

Механік: підвищити жорсткість коробів (де розташована вентиляція) і їх кріплення для зменшення вібрації.

Акустик: поставити звукоізолюючі екрани або зробити форму конструкції такою, щоб звукові коливання поглиналися (гасилися) за рахунок виникнення явища резонансу.

Радист: вібрація – це коливання, а тому необхідно поставити джерело шуму з такою ж частотою коливань, але в протилежній фазі (активне шумопоглинання).

Аеродинамік: вжити заходів (способи) усунення шуму від джерела звукових коливань як своєрідної турбулентності (завихрення) тощо.

Для вирішення поставленої проблеми можна використати низку аналогій – з радіохвилями, хвилями на поверхні води тощо. Наприклад, зарості очерету гасять хвилі на воді, металевий екран не пропускає радіохвилі, відбитий звуковий сигнал після накладання на прямий можна можна взаємно погасити, й інші аналогії. Такий різносторонній підхід до вирішення проблеми обов'язково дасть змогу знайти потрібне ефективне рішення.

Зверніть увагу! Під час виконання практичної роботи необхідно буде використовувати метод «синектика», а отже, й різні види аналогій.

Для цього зупинимось на детальному розгляді питання про аналогії, що є основою методу «синектика» і важливим для практичної роботи.

Аналогія під час вирішення творчих задач

Під час міркувань за аналогією зіставляються два об'єкти. На основі їх схожості в деяких ознаках робиться висновок про їх схожість і в інших ознаках. Таким чином, знання, отримані в процесі вивчення одного об'єкта, переносяться на інший, менше вивчений об'єкт. Ступінь аналогії може бути різним. У своїй діяльності синектори використовують чотири

види аналогії: пряму, особисту, фантастичну та символічну. Загальним для них є те, що вони використовуються як інструменти виявлення та вивчення схожості різних об'єктів (структур, процесів) за низкою їх ознак.

Пряма аналогія (як вирішуються схожі задачі, зокрема у природі). Вона передбачає зіставлення досліджуваного чи проєктованого об'єкта з природними чи штучно створеними об'єктами в цій же чи іншій галузі. Це ж стосується будь-яких інших вирішуваних творчих задач.

Залежно від способу зіставлення об'єктів, явищ тощо розрізняють чотири види прямої аналогії: операцій (функцій, принципу дії), будови, форми та зв'язку. Ілюстрації до цих видів аналогії подано на загальному рис. 26. Слід провести самостійно класифікацію окремих рисунків за видами прямої аналогії.



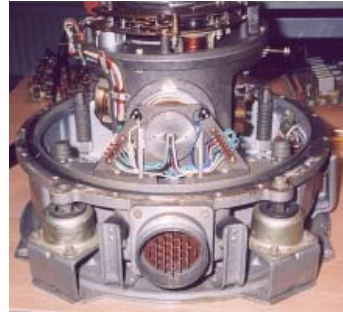
Медуза



Дзига



Гіроскоп



Гіроскопічний прилад для автоматичного керування літаком



Зарості бамбука



Пізанська вежа



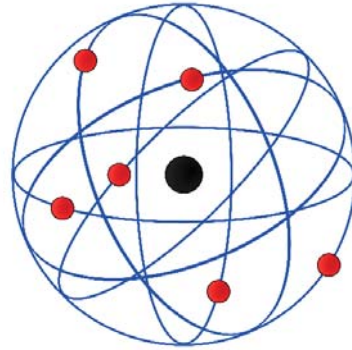
Акула



Підводний човен



Сонячна система



Модель атома

Рис. 26 Приклади аналогії

Аналогія операцій. Аналогія операцій є однією з найбільш поширених видів прямої аналогії. Напрямок мислення проєктувальника при цьому пов'язаний із вільним асоціативним пошуком аналогій до виконуваних об'єктом операцій, функцій чи його принципу дії. Пошук може здійснюватися не тільки в одній і тій самій галузі (до якої належить проєктований об'єкт), а й в інших галузях знань: біології, геології, астрономії. Найбільш продуктивною для знаходження аналогій технічним об'єктам є біологія.

Аналогія будови. Приклади аналогії будови подано в табл. 7 і на рис. 26.

Аналогія форми. Сутність цього виду аналогії полягає в тому, що проєктований об'єкт за зовнішнім виглядом робиться схожим на вже відомий, властивості якого бажано отримати (рис. 26).

Аналогія зв'язку. Давно помічено, що бути схожими за своїми властивостями можуть не тільки предмети, а й зв'язки між ними.

Приклади використання розглянутих видів прямої аналогії під час проєктування технічних об'єктів подано в табл. 7.

Види аналогії

Вид аналогії	Приклади
Аналогія операцій	<p>1. Тривалий час розв'язувалася проблема створення гальм, які одночасно діяли б по всій довжині потяга (XIX ст.). Винахідник В. Вестінгауз вирішив цю проблему після того, як випадково прочитав у журналі, що на будівництві тунелю у Швейцарії буровий пристрій приводився в дію стисненим повітрям, яке передавалося від компресора за допомогою довгого шланга.</p> <p>2. Потрібно було розробити прилад, який фіксував би наближення шторму. Спостереження показали, що в природі звичайна медуза досить точно за 10-15 год передбачає шторм. Дослідження довели, що передвісником шторму, є наявність у просторі моря інфразвукових хвиль частотою 8-13 Гц. Виявилось, що саме до них дуже чутлива медуза. Із розробленням приладу, чутливого до таких хвиль, було вирішено поставлену перед винахідниками задачу.</p> <p>3. Дитяча іграшка дзига наштовхнула винахідника Е. Сперрі на створення гіроскопічних приладів для автоматичного керування літаком.</p> <p>4. Пристрій для руху в ґрунті було створено інженерами після ретельного вивчення «принципу роботи» черв'яка, який прокладає собі тунель у землі чи навіть (деякі види) стовбури дерева</p>
Аналогія будови	<p>1. Винахідник А. М. Ігнат'єв поставив собі запитання: «Чому зуби у білки, дзьоб дятла є постійно гострими?» Після вивчення питання він дійшов висновку, що має місце самозаточування, яке, у свою чергу, відбувається завдяки багатоплощовій конструкції зубів: більш тверді шари оточені м'якшими. Цей принцип було впроваджено у самозаточувальних різцях.</p> <p>2. Багаторусні башти, які запропонував інженер В. Г. Шухов, за своєю будовою схожі на стебло рослин.</p> <p>3. Над проблемою укріплення крил аероплана без значного збільшення їх маси працював Ф. Шаню. Учений був інженером-мостобудівельником, а тому мав справу із конструкцією ажурних мостів. Він побачив відповідну аналогію і створив біплан з крилами, які з'єднані стояками-підкосами.</p>
Аналогія форми	<p>Для отримання добрих ходових якостей суден форму корпусу виготовляли за аналогією з формою тіл риб. Форми літаків запозичували у птахів. Радіатори машин робили схожими на бджолині соти. За таким же принципом виготовлені сучасні мобільні телефони – сотові телефони</p>
Аналогія зв'язку	<p>Легкі електрони рухаються по замкнених траєкторіях навколо атома подібно рухові планет навколо Сонця. У цій аналогії встановлюється не схожість самих об'єктів, а зв'язків між ними. Зв'язки між ядром і електронами багато в чому подібні зв'язкам між Сонцем і планетами. На основі цієї схожості можна висловити припущення, що електрони, як і планети, рухаються не по кругових, а по еліптичних траєкторіях</p>

Особиста аналогія – емпатія (ототожнення себе з технічним об'єктом). Цей вид аналогії є досить цікавим і ефективним.

Для використання особистої аналогії людина, що вирішує певну творчу задачу, повинна увійти, вжитися в образ того об'єкта, який проектується чи вдосконалюється. При цьому необхідно виявити в собі ті почуття і відчуття, що виникають у такому процесі. Тобто особиста аналогія – це здатність людини зіставити певний предмет із предметом у плані особистого сприйняття.

Ототожнити себе з технічним об'єктом – це не просто назвати себе якою-небудь частиною технічної системи чи процесу. Потрібно уявити, що зробив би сам в умовах, що виникли. Необхідно знайти в собі певний відгук на те, що робить система, зрозуміти труднощі та небажані ефекти, що при цьому можуть виникати, як свої труднощі. Це схоже на те, як входить в образ актор перед виставою чи в кіно. Розглянемо деякі приклади застосування особистої аналогії.

Шерлок Холмс розкривав злочини, поставивши себе на місце злочинця.

Існує потішний спосіб знаходження речі, що загубилася, – необхідно уявити, куди б заховався сам, якби був цією річчю.

Конструктор А. А. Мікулін під час винайдення млина для розмелювання зерен на борошно уявляв себе зерном. Як результат – винайшов і зробив простий і надійний млин.

Розглянемо задачу. По трубі рухається пульпа – вода з частинами залізної руди. Подача пульпи регулюється перегородкою, яка швидко зношується, унаслідок взаємодії з частинками руди. Як цьому запобігти? Синектор уявляє себе на місці перегородки. І ось рішення – перегородка повинна певним чином утримувати біля себе частинки, які будуть сприймати удари інших, а перегородка залишиться неушкодженою. Для цього її треба намагнітити. Шар буде постійно руйнуватися і знову відновлюватися.

Фантастична аналогія. За такої аналогії предмет зіставляється з умовним, фантастичним предметом, який має ті ж властивості та функції, що й вихідний предмет. Тобто в задачу вводиться певна казкова, фантастична істота, яка виконує те, що вимагається згідно з умовою задачі (шапка-невидимка, чоботи-скороходи, золота рибка, чарівна паличка тощо). Фантастична аналогія припускає можливість існування будь-яких функцій (літати, проходити через стіни, читати думки тощо), пов'язаних із розв'язком задачі. Фантастична аналогія розкріпає уяву, дає відчуття простоти й легкості. Після вирішення задачі за допомогою фантастичних засобів їх замінюють реально існуючими механізмами чи їх комбінацією.



Рис. 27 Приклад фантастичної аналогії

Наприклад. Необхідно спроектувати пристрій, який забезпечував би почергове скручування дротом дрібних деталей на певній відстані одна від одної (наприклад, шурупів) перед їх хромованням, оцинковуванням тощо. Фантастична аналогія – індійський факір, під звуки дудки якого дріт сам накручується на шурупи (на рис. 27 – гадюка на його руці).

Символічна аналогія. У разі символічної аналогії реальний технічний об'єкт (предмет) зіставляється з узагальненим, абстрактним предметом, виникає деякий художній образ, що створює відповідну емоційну атмосферу. Механізм символічної аналогії – це подання об'єкта

у вигляді символу, рисунка, образу, певного знака тощо. Тобто знаходять короткий символічний образ чи опис об'єкта.

Розглянемо приклади символічної аналогії: мрамур – веселкова постійність; полум'я – тепло, яке видно; ядро атома – енергетична незначимість; храповий механізм (годинника, наприклад) – надійна переривчатість; шліфувальний круг – точна шорсткість.

Особливості використання «синектики». У методі «синектика» передбачається, що керівник групи – єдиний, хто досить детально ознайомлений із сутністю задачі, яку потрібно розв'язати. Інші учасники отримують лише загальні та багато в чому наближені уявлення про неї. На першому етапі починається формування проблеми, здійснюється аналіз її складових її елементів, пошук потрібного. Після цього експерт дає детальне пояснення проблеми, що розглядається, і ставить запитання учасникам обговорення, які прагнуть запропонувати різні варіанти її вирішення.

Після критичної оцінки перших пропозицій гурт переходить до переформулювання задачі, уточнює основну мету пошуку. При цьому кожен з учасників виділяє для себе якусь частину загальної проблеми. На другому (головному) етапі всі шукають шляхи, що допомогли б у вирішенні проблеми. Використовуються різноманітні аналогії, у тому числі й фантастичні, а також аналогії типу емпатії, коли учасники можуть уявляти себе у вигляді тих чи інших технічних елементів, вузлів, складових, що може сприяти кращому проникненню в технічну сутність задачі, розумінню відповідних функцій, структур, труднощів, що виникають, тощо. Основна мета цього етапу — відійти якомога далі від звичного, подивитись на розв'язувану проблему іншими очима, щоб потім знову повернутися до початкової сутності та спробувати знайти нові підходи. Така діяльність може відбуватися циклічно, доки не буде знайдено загальне рішення, яке потім розглядається вже детально і конкретно.

Метод «фокальних об'єктів»

Нехай згідно з умовою поставленої задачі необхідно удосконалити певний об'єкт. Із словника, книжки чи просто навмання вибирають 4-6 випадкових об'єктів. Далі складається перелік властивостей чи ознак (5-8 штук) кожного з об'єктів. Ці ознаки переносяться на об'єкт, що вдосконалюється. Отримані поєднання аналізують, користуючись асоціаціями. Саме тому цей метод ще називають асоціативним.

Серед багатьох невдалих ідей може з'явитися досить незвичайне, навіть несподіване сполучення, яке дає змогу перебороти психологічну інерцію й отримати вдалий розв'язок поставленої задачі. У такому разі об'єкт, що вдосконалюється, лежить немовби у фокусі переносу, у фокусі ліній, що йдуть від випадкових об'єктів. Звідси і назва методу. Сам об'єкт називають фокальним.

Наприклад, удосконалюють годинник. Випадкові предмети – стіл, книжка, телевізор. Ознаки для стола – круглий, полірований, дерев'яний. Перенос на об'єкт – годинник із заокругленими цифрами, на круглій дерев'яній підставці тощо.

Цей метод досить корисно використовувати для розвитку уяви.

Метод «морфологічний аналіз»

Розробник методу Цвіккі з його допомогою за короткий час отримав значну кількість оригінальних технічних рішень: балістичний пристрій, вибухові речовини, – вирішив низку проблем у галузі ракетних розробок у США, у галузі астрофізики передбачив існування нейтронних зірок.

У технічній системі виділяють кілька характерних для неї структурних або функціональних елементів (вузлів, деталей). Потім для кожного елемента складають список його можливих конкретних варіантів, альтернатив, технічного вираження. Ці ознаки можна розташувати у формі таблиці, яку прийнято називати матрицею. Аналіз варіантів можливих розв'язків (поєднання варіантів виділених ознак) дає змогу вибрати з них найбільш раціональний, найбільш прийнятний у конкретних умовах варіант.

Технічна творчість – засіб самореалізації творчої особистості. Визначення й обґрунтування змісту технічної творчої діяльності учнів у процесі проектування та конструювання технічного об'єкта

За яких же навчальних умов учень зможе повністю реалізувати себе як творчу особистість? Розглянемо питання про технічну творчість як засіб самореалізації творчої особистості на прикладі створення певного технічного об'єкта.

Навчальний творчий процес розроблення та виготовлення виробу можна поділити на сім етапів. Такий поділ є умовним, адже процес творчості неперервним і не може існувати чіткої межі між етапами. Водночас умовний поділ є необхідним і корисним, оскільки дає змогу визначити зміст власної проектно-технологічної роботи та спланувати розвиток притаманних учням творчих здібностей на кожному з визначених етапів, відповідно до специфіки кожного з них.

Зазначимо етапи технічної творчості учнів у процесі виконання творчого завдання з розроблення та виготовлення певного виробу:

- 1) створення проблемної ситуації;
- 2) формулювання ідеї створення технічного об'єкта;
- 3) складання технічного завдання;
- 4) створення образу майбутньої конструкції виробу та переведення уявних її образів на мову графіки;
- 5) виконання необхідних ескізів і креслень на посильному рівні;
- 6) захист проектів;
- 7) виготовлення виробу.

Розглянемо детальніше зміст цих етапів.

Проблемна ситуація спонукає школяра до техніко-конструкторської діяльності, тобто формування високого рівня мотивації цієї діяльності. Для цього потрібно дібрати такий зміст навчально-виховного процесу, форми та методи організації роботи і засоби їхньої реалізації, щоб створити високий рівень мотивації учнівської творчої діяльності в галузі техніки. На цьому етапі школярі з'ясовують для себе ідею вирішення проблеми.

У ході виконання трудових операцій підлітки завжди стикаються з труднощами, що породжує потребу в конструюванні спеціальних пристосувань, інструментів, верстатів для полегшення і більш якісного виконання певних видів робіт.

Проблемну ситуацію керівник технічної творчості учнів може створювати на занятті гуртка або в індивідуальній бесіді з учнем.

Учень повинен поставити перед собою конкретну мету створення технічного пристрою та визначити для себе його функціональне призначення, умови експлуатації, з'ясувати в загальних рисах будову та принцип дії, дати назву виробу. На цьому етапі учень може запропонувати кілька варіантів формулювання завдання. Можливий варіант, коли технічне завдання формулюється замовником. У такому разі юний технік вивчає умову й формулює її зміст так, як її розуміє.

На цій стадії діяльності керівник технічної творчості учнів мусить забезпечити свого вихованця потрібною інформацією.

Отримавши певну інформацію про способи розв'язування подібних завдань, члени технічного гуртка обирають засоби їх вирішення, передбачають конструктивні особливості майбутнього пристрою – види вузлів і деталей, їх кількість і основні функції, приблизні розміри та габарити виробу. На цьому етапі формулюються технічні вимоги до виробу (технічна характеристика), визначаються умови роботи пристрою: естетичні, ергономічні особливості та безпечність його експлуатації. Учні здійснюють елементарні попередні розрахунки конструкції виробу.

Четвертий етап полягає у виборі шляхів та засобів розв'язування техніко-конструкторського завдання. Керівник гуртка знайомить вихованців з аналогічним рішенням подібних завдань, використовуючи при цьому як описову, так і графічну інформацію, а також натуральні вироби та макети. Рівень складності графічної інформації залежить від підготовленості учнів. Звичайно, конструкція виробу повинна відповідати їхнім інтелектуальним можливостям.

На цьому етапі діти пропонують варіанти розв'язування творчого завдання, під час яких керівник технічної творчості учнів використовує різні форми та методи організації занять. Це може бути індивідуальна самостійна робота над розробленням пропозицій варіантів розв'язання завдання: можна провести евристичну бесіду, у якій вдається з'ясувати найкращий варіант висунутих учнями пропозицій; деякі керівники гуртків використовують сучасні методи вирішення творчих завдань – «мозкова атака», «морфологічний аналіз», метод «фокальних об'єктів» тощо.

На цьому ж етапі відбувається переведення уявних образів конструкцій виробів на мову графіки.

Учні виготовляють ескізи та креслення виробу на посильному для них рівні.

На цій стадії керівник гуртка може організувати індивідуальну, групову роботу або виконати її фронтально.

Підготовлені ескізи проектів випробовуються серед товаришів.

Цей етап передбачає захист проектів. Учні захищають свою розробку приблизно за такими планом:

1) оригінальність і грамотність конструктивного рішення, що й визначає рівень творчих можливостей учня, правильність графічної розробки конструкції виробу та іншої технічної документації;

2) технологічність розробленої конструкції, можливість її виготовлення на наявній матеріально-технічній базі;

3) правильний добір і дешевизна матеріалів, додержання інших принципів і правил конструювання, використання уніфікованих деталей, вузлів, низька матеріалоемність тощо;

4) застосування знань основ наук, рівень творчості при розв'язанні завдання;

5) можливість проміжного контролю якості майбутнього виробу;

6) уміння обстоювати свою ідею, комунікативні можливості учня.

Після внесення певних коректив, доробки або переробки ескізних проектів, унаслідок вибору кращих із них усіма проектантами-конструкторами виготовляють технічний проект, що складається з пояснювальної записки та робочих креслень із дотриманням усіх умовних позначень і вимог до виконання технічної документації. Лише після цього можна розпочинати виготовлення виробу за розробленими проектами.

Сьомий етап технічної творчості учнів полягає в підготовці та виготовленні виробу. Звичайно, конструкції виробів розроблялися відповідно до триступеневої системи вибору об'єктів конструювання, їх конструктивні особливості є такими, що вони можуть бути виготовлені учнями на тому обладнанні, з яким школярі знайомі відповідно до програми трудового навчання, та на обладнанні, виготовленому самостійно.

Підготовка до виготовлення виробу вимагає від організатора технічної творчості учнів визначення форми організації такої роботи. Він може організувати практичну роботу школярів

під час занять технічного гуртка, на уроках трудового навчання, а також під час додаткових занять. Крім цього, дуже часто для створення технічного виробу необхідно провести деякі дослідження фізичних, хімічних та біологічних властивостей матеріалів. Тому організатор технічної творчості повинен розв'язувати такі питання з учителями фізики, хімії, біології і визначатись з питань щодо здійснення таких досліджень у часі й місці їх проведення, розробці необхідного обладнання й методики досліджень. Тобто процес підготовки та виготовлення експериментального зразка потребує поєднання урочної та позаурочної роботи з учнями на міжпредметній основі, що вимагає від організатора технічної творчості учнів попередньої підготовки та планування.

III § 2

Технічна творчість учнів у процесі технологічної діяльності. Визначення й обґрунтування змісту творчої технологічної діяльності учнів

Перш за все, необхідно зазначити, що технологічні знання, уміння та навички пов'язані з формуванням в учнів знань, умінь і навичок технологічного планування (розроблення технологій) і виготовлення розроблених конструкцій у шкільних майстернях на урочних заняттях з оволодіння технологіями.

Важливим дидактичним засобом навчання школярів технологічному плануванню є знання, уміння та навички розроблення технології виготовлення виробу, зокрема складання технологічних карт на спроектовані об'єкти і вміння та навички працювати на обладнанні шкільних майстерень.

Важливо зазначити, що шкільні технологічні карти повинні бути простими, короткими і разом з тим забезпечувати можливість учням самостійно виготовляти спроектовані конструкції та засоби праці.

Для технологічної діяльності школярів важливим є поняття «технологічний процес». Розглянемо методичні особливості формування цього поняття в учнів.

На уроках з навчального предмета «Технології» в шкільних майстернях діти проектують і виготовляють різноманітні вироби, що складаються з окремих вузлів і деталей. При цьому учні повинні навчитися не тільки проектувати ці вироби, а й складати, розробляти технологічні процеси їх виготовлення. Таким чином, технічна творчість повинна мати місце і в разі технологічної діяльності учнів. Крім того, вони повинні отримати чіткі уявлення також про загальні правила складання технологічних процесів на виробництві. У ході своєї технологічної діяльності учні повинні зрозуміти й усвідомити спільне в різних технологічних процесах, зв'язок між ними. Особливо це стосується дітей молодших класів. Зокрема необхідно звернути їх увагу на те, що під час виготовлення ними кількох різних за своєю конструкцією виробів цей процес складається з тих самих операцій. Це важливо, оскільки після оволодіння лише кількома операціями вони вже можуть виготовити різноманітні речі. Учнів необхідно підвести до висновку, що процес виготовлення виробу полягає у здійсненні низки трудових операцій. На основі таких міркувань діти вже самостійно зможуть зробити висновок про технологічний процес виготовлення ними виробів чи деталей як про низку послідовних операцій. Учитель також наголошує, що операції слід виконувати не довільно, а в чіткій послідовності. У цьому можна переконати учнів під час виготовлення найпростішого виробу з деревини. Таким чином, «технологічний процес» – це задана послідовність виготовлення виробу із деталей або ж окремо взятих деталей.

У процесі виготовлення учнями виробів з металу кількість необхідних операцій більша. До них відносять: розмічання, правлення, різання, гнуття, роботу з дротом, з'єднання ли-

стового металу і дроту, що сприяє розширенню уявлення учнів про технологічний процес виготовлення деталей. Проте і в цьому випадку технологічний процес обробки металів відбувається в тій самій послідовності, що й процес обробки деревини. На підставі розглянутих міркувань учні самостійно зможуть зробити висновок, що технологічний процес обробки деревини і металів здійснюється в аналогічній послідовності.

Важливим є питання формування в учнів розуміння про необхідність діяльності фахівця-технолога.

Здебільшого учні не знають, що технологічний процес складають не самі робітники, а фахівець-технолог. Недостатнє розуміння учнями виробничої потреби у такому фахівці пояснюється тим, що вони самі складають технологічні процеси з поступовим їх ускладненням із класу в клас. Тому учням на конкретному прикладі необхідно пояснити, що розробляти технологічний процес виготовлення складних деталей є завданням не простим і його повинен виконувати фахівець. Переконати учнів у цьому можна, зокрема, шляхом ознайомлення їх із функціями технолога, які вчитель готує для дітей заздалегідь.

З метою усвідомлення учнями важливості оволодіння ними одночасно конструкторськими та технологічними вміннями для успішного проектування та виготовлення виробу вчитель повинен пояснити необхідність співпраці між конструктором і технологом. У процесі формування в учнів поняття «технологічність конструкції» вчитель переконує, що технолог повинен мати конструкторські знання, щоб зробити критичний аналіз креслення, внести пропозиції, що спростили б технологію виготовлення запроектованих конструктором деталей і машин у цілому.

Технологічні знання, уміння й навички треба формувати в учнів поступово і відповідно до цього ставити перед ними завдання технологічного характеру. Важливо, щоб їхня черговість відповідала принципів поступового ускладнення. У зв'язку з цим зміст технологічних завдань для виконання учнями доцільно ставити в певній послідовності. Розглянемо її.

Пояснення технологічного процесу. Приступаючи до виготовлення деталей на заняттях у майстернях, учні молодших класів уперше зустрічаються з технологічною документацією. Тому передусім їм треба навчитися читати технологічні картки. Учитель дає необхідні пояснення, а потім перевіряє, наскільки правильно учні його зрозуміли. Для цього він пропонує дітям пояснити зміст технологічної картки, тобто розповісти, у якій послідовності вони виконуватимуть роботу, з допомогою яких інструментів оброблятимуть деталь тощо.

Вибір інструментів. До вибору інструментів учні будуть підготовлені після того, як ознайомляться з відповідними трудовими операціями і з тим, які інструменти застосовуються та в якому разі.

Вибір способу встановлення заготовок і інструментів. У процесі нагромадження практичного досвіду з обробки матеріалів учні зустрічаються з різними можливими способами закріплення заготовок та інструментів.

Визначення послідовності виконання трудових операцій. Щоб правильно скласти послідовність виконання трудових операцій, треба чітко уявляти, як повинна видозмінюватися форма заготовки в процесі обробки, щоб перетворення її в готову деталь проходило найраціональніше. У зв'язку з цим дуже важливо, по-перше, ознайомити учнів із загальними правилами, якими керуються, складаючи «маршрути» технології, та, по-друге, створити уявлення про операційні ескізи заготовки. Для виконання другої умови вчитель демонструє їм операційні ескізи (у натурі або на плакаті).

Складання операційної технології. Виготовлення будь-якої деталі включає, як правило, кілька трудових операцій. Тому після складання послідовності операцій доводиться визначити зміст останніх. У такому разі учні повинні бути озброєні загальними правилами, виробленими практикою машинобудівних підприємств. Так само, як і при складанні послідовності

виконання операцій, учні повинні вміти уявляти в просторі, який слід залишатиме той або інший інструмент на оброблюваній заготовці.

Самостійна, творча розробка технологічного процесу. Переходячи від простіших технологічних завдань до складніших, учні, зрештою, готуються до самостійної розробки технологічних процесів, тобто до заповнення технологічних карток. Звичайно, цей момент настає не в усіх учнів одночасно. Ураховуючи індивідуальні особливості дітей, учитель переводить кожного з них від одного ступеня технологічних знань до наступного з урахуванням здібностей.

III § 3

Технічне мислення учнів у процесі технічної творчості й особливості та способи його розвитку

Мислення взагалі – це процес відображення у свідомості людини об'єктів і процесів трудової діяльності. Воно пов'язане з розумовою діяльністю, спрямованою на оперування різноманітними образами в їх статичному та динамічному станах.

Сутність технічного мислення знаходить прояв у таких формах: а) розуміння закономірностей функціонування технічних об'єктів і процесів; б) усвідомлення сукупності способів і прийомів цілеспрямованого впливу на предмет праці; в) розв'язування технічних задач. Термін «технічна задача» розуміється в широкому його значенні. Технічна задача – це будь-яка задача, пов'язана з розв'язуванням технічних і виробничо-технічних проблем, а значить – оперування сукупністю знань, умінь і навичок у галузі техніки та виробництва.

Якісний аналіз структури та процесу технічного мислення дає змогу обґрунтувати поняття «технічне мислення».

Технічне мислення – це практично-дійове мислення, спрямоване на оперування технічними образами під час виробничої та творчої діяльності людини. Воно спроможне вирішувати складні виробничі завдання за будь-якої критичної ситуації.

Технічне мислення ми повинні сприймати як комплексну, переважно розумову діяльність із урахуванням інших психічних функцій – уяви, пам'яті. Саме поєднання образного та раціонального мислення характерне для конструктивно-технічної діяльності.

Встановлено характерні особливості та закономірності технічного мислення:

- сполучення образного й понятійного мислення;
- оперування просторовими образами;
- умінь оперувати образами об'єктів і явищ;
- конкретність і змістовність;
- оперативна діяльність у процесах конструювання, проектування, винахідництва;
- міцний зв'язок із відкриттям нового і так званими патентами природи.

Важливе місце у технічній творчості учнів займає технічне мислення. Адже воно спрямоване на пізнання технічних і технологічних явищ, процесів, суттєвих зв'язків між ними. Для технічного мислення характерні такі якості, як гнучкість, оперативність, активність у розв'язанні низки спеціальних завдань. Людина з розвиненим технічним мисленням володіє системою узагальнених знань, навичок, розуміє технічні взаємозв'язки конструкцій, функцій окремих деталей. Учні, які володіють технічним мисленням, уміють легко читати креслення, визначаючи кількість деталей, з яких складатиметься виріб. Знаючи властивості оброблюваних матеріалів, вони вміють вибирати такі з них, які найбільше відповідають технічним умовам.

Технічне мислення – важливий компонент професійної діяльності людини в сучасних умовах. Науково-технічний прогрес, розвиток промисловості, сільського господарства, будівництва, транспорту, впровадження в технологічний процес автоматизації, електроніки, комп'ю-

теризації, широкий розвиток механізації в усіх галузях народного господарства висувають нові вимоги до рівня загальної та спеціальної освіти.

Технічне мислення перебуває в складному взаємозв'язку зі звичайним мисленням. Перш за все необхідно зазначити, що технічне мислення розвивається на основі звичайного мислення, тобто всі компоненти звичайного мислення властиві й технічному. Наприклад, однією з найважливіших операцій звичайного мислення є порівняння. Без нього неможливе й технічне мислення. Те ж саме стосується й таких операцій мислення, як протиставлення, класифікація, аналіз, синтез тощо. Характерним є тільки те, що перераховані вище операції мислення в технічній діяльності розвиваються на технічній основі.

Звичайне мислення створює психофізіологічні передумови для розвитку технічного мислення. У результаті звичайного мислення розвивається мозок дитини, його асоціативна сфера, пам'ять, виробляється гнучкість мислення.

Водночас понятійно-образний апарат звичайного мислення не має у своєму розпорядженні тих понять і образів, які необхідні для технічного мислення. Та й самі поняття за характером у звичайному мисленні й технічному відрізняються між собою. Наприклад, поняття, узяті з технології металів, включають відомості з різних наук (фізика, хімія тощо). Вони є не механічним конгломератом відомостей, а єдністю істотних ознак технологічного процесу або явища, що розглядаються з погляду різних наук.

У технічному мисленні на відміну від звичайного істотно відрізняються й образи, якими оперує учень. Відомості про форму технічного об'єкта, його розміри та інші особливості задаються не готовими зразками, як у звичайному мисленні, а системою абстрактних графічних знаків і ліній – кресленням. Причому креслення не дає готового образу того або іншого поняття, його потрібно уявити самостійно.

Технічні образи, як правило, складні за структурою, мають складну просторову залежність і співвідношення. Крім того, вони знаходяться в безпосередній взаємодії, динаміці. Саме тому при вирішенні виробничо-технічних задач дуже важко, а подекуди й неможливо, уявити кінцевий результат. Будь-яке технічне рішення повинно бути піддане практичній перевірці. Нова машина або виріб не впроваджуються в масове виробництво без попередньої перевірки на дослідних зразках.

Як і у звичайному мисленні, технічні образи, як найважливіші компоненти технічного мислення, не виключають абстрактного мислення.

Розглянуті вище особливості технічного мислення дають змогу зробити висновок, що формування його основних компонентів повинно здійснюватися не тільки в процесі навчання, а й у всіх видах позакласної роботи з технічної творчості.

Важливо зазначити, що з розвитком мислення в учнів змінюється усвідомлення власних інтелектуальних процесів. Крім того, індивідуальна свідомість повинна поєднуватися з практичною діяльністю. Саме тому однією з головних психолого-педагогічних проблем розвитку технічного мислення є відсутність зв'язку між навчанням і реальним виробництвом, міжпредметного узагальнення, професійного спрямування, а також відсутність системи навчальних завдань, спрямованих на розвиток технічного мислення.

Як зазначалося, сучасне виробництво потребує висококваліфікованих фахівців, носіїв не лише знань, а й активних учасників розвитку науково-технічного прогресу. Фахівець повинен мати розвинену потребу в отриманні нових професійних знань. У зв'язку з цим усе більшої ваги набуває технічне мислення: здібність бачити, аналізувати та розуміти зоровий образ – це допомагає більш ефективно обробляти інформацію, розвиває візуальну грамотність.

Завдяки візуальній грамотності людина може одночасно розвивати зорові аналізатори, сприйняття, уяву, мислення, удосконалювати свої психічні процеси. Таким чином, візуальна (графічна) грамотність стає суттєвою складовою багатьох видів технічної професійної

діяльності. Уміння будувати та читати креслення, схеми, діаграми тощо – необхідна умова опанування будь-якої професії. У кресленні, зокрема, посилюється тенденція до схематизації, формалізації зображень з метою надання їм більш універсального значення, яке дає змогу відображувати більшу кількість реальних об'єктів, що мають більшу кількість різноманітних властивостей.

Основне завдання курсу креслення – формування в учнів технічного мислення, просторової уяви, а також здібностей до пізнання техніки з допомогою графічних зображень.

Проблему розвитку технічного мислення та пізнавальної діяльності потрібно розглядати під кутом активізації навчальної діяльності учнів як ефективного інструменту, що дасть змогу вчителю зробити процес навчання цікавим. Тобто для успішного формування технічного мислення потрібно створити відповідні умови.

Як показує аналіз психолого-педагогічної літератури, проблема розвитку технічного мислення була й залишається об'єктом уваги багатьох дослідників.

На основі результатів дослідження з розвитку технічного мислення можна зробити висновки, що учні нерідко відчують труднощі при використанні технічної документації, оскільки у них не сформовані чіткі поняття про види зображень, що використовуються у виробничо-технічній діяльності.

Виходячи зі знання особливостей професійної діяльності, потрібно в кожному конкретному випадку вирішувати питання про способи розвитку технічного мислення учнів.

Так, Т. В. Кудрявцев і І. С. Якиманська виділили чотири типи задач, які сприяють розвитку в учнів технічних розумових операцій:

задачі, що вимагають умінь узагальнювати та конкретизувати технічні явища (задачі на класифікацію, зведення окремих випадків до загального правила);

конструктивно-технічні задачі, що передбачають комбінування елементів;

задачі, які вимагають навичок розпізнавати неполадки;

задачі, що ґрунтуються на оперуванні просторовими образами.

Як зазначає Т. В. Кудрявцев, «успішне розв'язування різних видів конструктивно-технічних задач може бути одним із найбільш загальних показників розвитку технічного мислення».

Важливим способом розвитку технічного мислення учнів основної школи є розв'язування ними завдань (задач) із технічним змістом, у яких необхідно відшукати технічне протиріччя та вирішити його, застосувавши певний спосіб. Важливим у цьому плані є ознайомлення учнів із прийомами вирішення технічних протиріч.

Приклади задач на вирішення в них технічного протиріччя наведено в розділі III.7.

Прийоми вирішення технічних протиріч

У процесі аналізу Г. С. Альтшуллер виявив, що в різних галузях техніки подібні задачі (проблеми) розв'язуються аналогічними шляхами (способами) у тому разі, якщо для цього необхідно розв'язати типові (подібні, схожі) технічні протиріччя. Ці шляхи, способи він почав ретельно, цілеспрямовано шукати. Ті з них, які найчастіше зустрічалися, він назвав типовими прийомами вирішення технічних протиріч (далі – прийоми). Це була тривала і виснажлива праця вченого-винахідника. Для виявлення прийомів Г. С. Альтшуллеру необхідно було ознайомитися з сотнями тисяч патентів, із яких він відібрав 40 тисяч, що містили найбільш вдалі, сильні рішення технічних протиріч, і ретельно їх проаналізував. У результаті такої аналітичної праці ним було виділено майже 50 основних прийомів, багато з яких мають кілька варіантів (підприйомів). Однак інколи достатньо ознайомитися лише з одним підприйомом – найцікавішим.

Після розгляду кожного прийому з метою його кращого засвоєння та формування вмінь практичного застосування нижче подано приклади розв'язування винахідницьких задач із

техніки та повсякденного життя або розгляду прикладів з техніки чи побуту, у яких описується об'єкт, розроблений із використанням того чи іншого прийому. Приклади для пояснення прийомів узяті порівняно прості, але це не означає, що їх можна використовувати лише при створенні простих винаходів.

Порядок розгляду прийомів: 1) сформулюйте назву прийому; 2) визначте коротку його сутність. Вона виражається у вигляді поради чи настанови або ж певного типу роз'яснення; 3) розгляньте типові для цього прийому приклади; 4) з'ясуйте сутність і практичну важливість прикладів розв'язування винахідницьких задач; 5) пам'ятайте: частина прийомів має кілька підприймів.

Зверніть увагу! Перші 12 прийомів є простішими для розуміння та засвоєння, інші 10 – підвищеної складності.

Зміст прийомів (підприємів) вирішення технічних протиріч
(за Г. С. Альтшуллером)

Прийом 1	«Принцип посередника»
Сутність прийому	Використати проміжний об'єкт, який переносить іншу речовину або передає дію
Задача	Нанести шар консервуючої змащувальної речовини на внутрішню поверхню порожнистих каналів деталі, яка має складну конфігурацію (канали наскрізні, малого діаметра – до 1 мм)
Відповідь	Через канали продувають гаряче повітря, насичене паром цієї речовини. При стиканні зі стінками порожнин пара охолоджується та конденсується на стінках порожнин, покриваючи їх тонким, рівномірним, густим шаром
Задача для самостійного розв'язування	При виготовленні одношарового алмазного круга до нього досить складно приклеїти алмазні крупинки, оскільки їх розміри дуже малі. Як бути?
Завдання	Придумати самостійно прості задачі з життя чи побуту на використання цього прийому
Прийом 2	«Принцип дроблення»
Підприєм 2.1. Сутність прийому	Розділити об'єкт на незалежні частини
Приклад	Трюми кораблів мають ізольовані один від одного відсіки. Якщо з'явиться пробоїна в одному, то вода не потрапляє в інші і судно залишається на плаву
Підприєм 2.2. Сутність прийому	Виконати об'єкт розбірним
Приклад	У ковша екскаватора його ріжуча частина (для забезпечення швидкості та зручності заміни) зроблена з окремих секцій, що можуть зніматися
Прийом 3	«Принципи задалегідь підкладеної «подушки»
Сутність прийому	Компенсувати відносно невисоку надійність об'єкта задалегідь підготовленими засобами

Приєм 3	«Принципи заздалегідь підкладеної «подушки»
Приклади	У водосховище, що знаходиться, наприклад, у пустелі, на дно кладуть плівку, на яку потім насипають шар землі завтовшки 0,5 м. У цьому разі фільтрації води в ґрунт не буде. У Швейцарії кожен лижник і мешканець лавинонебезпечної місцевості носить у кишені невеликий магніт, який з допомогою міношукача можна виявити під шаром снігу завтовшки 3 м
Приєм 4	«Перетворення шкоди на користь»
Підприємство 4.1. Сутність прийому	Використання шкідливих чинників для отримання нового позитивного ефекту
Приклад із текстильної промисловості	Створення (свого часу) синтетичних волокон, тканин було надзвичайно важливим. Однак виникла проблема при пошитті з цих матеріалів одягу на швейних фабриках. За великих швидкостей у швейних машинах голка дуже нагрівалась і плавилась місця проколу термопластичної синтетичної тканини, що зумовлювало псування всього виробу та велику кількість браку. Шкідливу властивість синтетики плавитися при нагріванні використано для перетворення шкоди на користь. Створено принципово нову швейну машину, у якій роль голки з ниткою взяв на себе ультразвук. Спеціальний робочий наконечник машини, дуже нагріваючись під дією ультразвуку, не зшивав (як раніше), а сплавлював необхідні частини матеріалу при плавному дотиканні до них. У результаті отримано великий позитивний ефект, оскільки сплавлювати частини матеріалу можна значно швидше і простіше, ніж їх зшивати
Підприємство 4.2. Сутність прийому	Усунення шкідливого чинника за рахунок поєднання з іншим шкідливим чинником
Приклад	У Танзанії для боротьби з малярійними комарами виведено особливий сорт цих комах, які поїдають личинки своїх небезпечних братів, але при цьому не є шкідливими для людини
Приєм 5	«Принцип динамічності»
Сутність прийому	Характеристики об'єкта повинні змінюватися так, щоб бути оптимальними на кожному етапі роботи
Приклад	У літаку зі змінною геометрією крил їх площа змінюється відповідно до зміни швидкості літака
Приєм 6	«Зробити навпаки»
Сутність прийому	Зробити рухому частину об'єкта (системи) чи зовнішнього середовища нерухомою, а нерухому – рухомою.
Приклад	На одному з етапів розвитку ливарного виробництва вирішувалася проблема відливання металевих труб (довжина – 3-4 м) у стаціонарних жаростійких формах. Виявилося, що при подачі розплавленого металу знизу його перші частки тверднуть внизу і перешкоджають рухові вгору решті металу. Лити метал зверху допускається лише з висоти не більше 15 см (інакше метал псується внаслідок взаємодії з газами). Винахідник В. Д. Храмов запропонував подавати метал на дно відливної форми, яка повинна рухатися вниз у міру її заповнення металом. У цьому разі кожна частка металу потрапляє саме туди, де вона повинна тверднути

Приєм 7	«Принцип самообслуговування»
Підприємство 7.1. Сутність прийому	Технічний об'єкт повинен сам себе обслуговувати, виконуючи захисні, допоміжні та ремонтні операції
Задача	У дробильно-струменевому апараті частинки заліза з часом пробивають передню стінку апарата, що виводить його з ладу. Що робити?
Проблема	Стінки апарата зношуються
Причина	Залізні дробинки завдають по стінках потужних ударів, які поступово пробивають стінки апарата
Розв'язок задачі	Стінки необхідно намагнітити. При цьому початкові дробинки притягнуться до стінок і покрийть її рівномірним густим шаром. Нові частинки будуть вибивати попередні, але самі також притягуватимуться до стінки й осідати на їх місці, не допускаючи руйнування стінки.
Примітка	Такий апарат використовують для зачищення, наприклад, заржавілих поверхонь
Підприємство 7.2. Сутність прийому	Створити накопичувач абразивного середовища, яке захищає поверхню від спрацювання під дією потоку цього самого середовища
Приклад	До дна ковша екскаватора приварюють невисокі металеві «ребра». У проміжках між ними накопичується ґрунт, який захищає дно від зношення (тертя по землі, камінцях)
Приєм 8	«Принцип універсальності»
Сутність прийому	Створений об'єкт виконує кілька різних функцій, завдяки чому відпадає потреба в інших об'єктах
Приклад	Створено універсального робота. Якщо закріпити почергово в «руці» робота різного типу інструменти та пристосування, то він зможе виконувати низку різних робіт (свердлити, зачищати, шліфувати, фарбувати тощо).
Приєм 9	«Використання фазових переходів»
Сутність прийому	Для розв'язування винахідницьких задач використати речовини, які можуть переходити із твердого стану в рідкий, із рідкого в газоподібний і навпаки
Приклад	Уявіть собі таку навчальну ідеалізовану винахідницьку ситуацію. На півночі (на вулиці тріскучий мороз) у викопану яму (її розміри – 3 x 3 x 2 м, де 2 м – глибина) необхідно було опустити металеву основу вагою кількесот тонн для встановлення на ній велетенського преса. Потужних підйомних кранів немає. Як бути?
Проблема	Затягувати основу, наприклад, тракторами неможливо – вона перекинеться, нахилиться тощо, змінювати форму ями також не можна (наприклад, робити одну її сторону похилою)
Розв'язок	Яму залити водою, попередньо встановивши на її бічних сторонах потужні нагрівачі. Після замерзання води стягнути на лід основу преса, увімкнути нагрівачі і при таненні льоду відкачувати воду. При цьому основа рівномірно осідатиме в яму

Приєм 10	«Принцип винесення»
Сутність прийому	Виділити з об'єкта потрібну частину чи властивість
Приклади	Зіткнення птахів із літаками викликає іноді тяжкі катастрофи, зокрема безпосередньо на летовищі. Великої шкоди завдають птахи врожаєм соняхів тощо
Розв'язок	Можливий такий варіант виходу із ситуації (дещо ідеалізований та з гумором): відлякуванню птахів ефективно сприяє гучне відтворення крику переляканих птахів, записане на магнітофонну плівку. У цьому разі виділено крик птахів
Приєм 11	«Принцип об'єднання»
Сутність прийому	З'єднати однорідні чи призначені для суміжних операцій об'єкти
Приклад	Потрібно зважити металевий брус, маса якого 20 кг. Є ваги, якими можна зважувати 5 кг
Розв'язок	Відповідну кількість ваг треба з'єднати
Приєм 12	«Принцип проскакування»
Сутність прийому	Проводити процес чи окремі його етапи (шкідливі чи небезпечні) на великій швидкості
Приклад	Необхідно проїхати ділянку з високим рівнем радіації. Їхати потрібно з максимальною швидкістю. При цьому доза опромінення буде меншою
Приєм 13	«Принцип зворотного зв'язку»
Сутність прийому	З метою поліпшення якості виконуваної роботи ввести зворотний зв'язок
Приклад	При автоматичному зварюванні роботом унаслідок згорання електрода відстань до зварюваних деталей змінюється. Це неприпустимо, оскільки погіршується якість зварювання. Для збереження довжини дуги постійною вводять зворотний зв'язок – зазначена відстань контролюється за величиною зварювального струму, який зворотним шляхом надходить у регулюючу систему. При цьому автоматично відбувається коректування відстані
Приєм 14	«Використання механічних коливань»
Сутність прийому	Привести об'єкт у коливальний рух, за необхідності збільшити частоту до ультразвукової
Приклад	Створено вібраційний насос для перекачування рідин з підвищеною густиною. Створюючи коливання ультразвукової частоти, знижують міжмолекулярну взаємодію в потоці, а отже, і тертя рідин по стінках. Швидкість перекачування при цьому значно збільшується
Приєм 15	«Принцип сфероїдальності»
Підприємство 15.1. Сутність прийому	Перейти до спіралей

Приєм 15	«Принцип сфероїдальності»
Приклад	Розганяючись у стволі з гвинтоподібними нарізними каналами, куля не тільки отримує стійкий рух у польоті, що поліпшує точність влучання, але й проходить більший шлях у стволі, отримуючи більше прискорення (гази на кулю діють довше). Це зумовлює збільшення дальності польоту та пробивної сили
Підприєм 15.2. Сутність приємому	Використати відцентрову силу
Приклади	Відцентрове лиття різних видів посуду з розплавленого скла, відкачка меду
Приєм 16	«Принцип антиваги»
Сутність при- приємому	Компенсувати вагу об'єкта взаємодією з середовищем за рахунок аеро- та гідродинамічних сил, сил Архімеда
Приклади	Сили Архімеда полегшують підняття кораблів з дна, перенесення каміння у воді тощо
Приєм 17	«Принцип попередньої антидії»
Сутність при- приємому	Наперед надати об'єкту напруження, які протилежні недопустимим або небажаним робочим напруженням
Приклад	Заготовку турбінного диска (відлиту з розплавленого металу) під час її охолодження обертають навколо центральної осі. Відомо, що у процесі охолодження метал стискується, але в цьому разі відцентрові сили перешкоджають стискуванню – вони видавлюють матеріал на поверхню (у протилежній бік). Після охолодження диска в ньому виникають стискуючі сили, завдяки чому в процесі експлуатації матеріал диска здатний протидіяти значним розривним силам
Приєм 18	«Принцип попереднього виконання»
Сутність при- приємому	Заздалегідь розташувати об'єкти (процеси) так, щоб вони могли вступити в дію вчасно, з найбільш зручного місця, найбільш ефективно
Приклад	При відкритих підричних роботах (наприклад, у кар'єрах для відкритого видобування руди) одночасно з підривом основного заряду за допомогою іншого вибуху (його здійснюють на 0,1-0,3 с раніше) створюють водяну завісу, яка блокує утворений пил, а це підвищує ефективність робіт
Приєм 19	«Принцип матрьошки»
Сутність при- приємому	Для отримання позитивного ефекту в середині одного об'єкта розміщується інший, у тому числі й інший за принципом дії, але технологічно пов'язаний із першим
Приклад	На теплових електричних станціях відпрацьована пара, яка ще має досить високу температуру, надходить у конденсатор. З метою використання великої кількості енергії, що виділяється в процесі конденсації пари, у конденсаторі можна розмістити зміювики, у яких знаходиться холодна вода. Нагріта вода в конденсаторі може використовуватися для опалення житлових приміщень. На цьому ґрунтується принцип роботи ТЕЦ

Приєм 20	«Принцип копіювання»
Підприємство 20.1. Сутність прийому	Замість важкодоступного (недоступного), складного, коштовного чи незручного об'єкта слід використати його спрощені копії (моделі)
Приклади	Винахідниками та інженерами створено автоматичний пристрій «Фотостат», що дає можливість моделювати умови життя на інших планетах, фізичні властивості яких близькі до земних, і проводити наукові дослідження. З метою вивчення розподілу повітряних потоків усередині виробничих приміщень моделі майбутніх цехів продувають в аеродинамічній трубі. Це дає змогу своєчасно вжити заходів проти можливої простуди робітників від протягів
Підприємство 20.2. Сутність прийому	Замінити об'єкт чи систему об'єктів їх оптичними копіями (зображеннями). Використати для цього зміну масштабу (збільшити чи зменшити копії)
Задача	У зоопарку на сонці гріються отруйні змії, лежачи в положенні, близькому до дещо витягнутої синусоїди. Як виміряти їх довжину, не турбуючи їх?
Примітка	Задача для самостійного розв'язування
Приєм 21	«Принцип винахідництва – використання «патентів природи»
Сутність прийому	Застосування принципів дії живих систем, використання біологічних процесів для розв'язування інженерних задач. Наука, яка цим займається, називається біонікою. Передусім ідеться про аналогію з живими істотами, рослинами
Приклад	Широко відомий новий тип застібки – «застібка-реп'ях». У смужку тканини завширшки 15 мм вмонтовано велику кількість пластмасових гачків, які при дотиканні до ворсистієї тканини міцно чіпляються за волоски, але при деякому зусиллі легко відчіплюються. У цьому разі у рослин запозичено своєрідну механічну властивість, однак можна знайти аналогії електричним, тепловим, оптичним та іншим властивостям. Зокрема, у світі рослин тисячі років існують оптично прозорі елементи – своєрідні рослинні світловоди. Це листки фенестрарії, яка росте в одній з африканських пустель
Приєм 22	«Розділення суперечливих якостей у просторі»
Приклад	Детальний аналіз задачі на цей прийом наведено нижче.

III § 4

Принципи та критерії добору змісту технічної творчості учнів у науковій літературі

Досягнення мети навчання учнів і вирішення поставлених завдань реалізується на основі певних чітко сформульованих педагогічних (дидактичних) принципів, основу яких становлять базові принципи навчання та виховання в загальноосвітній школі. Їх зміст розкрито в науково-педагогічній літературі, а тому зупинятися на цьому немає потреби. Не викликає також сумніву твердження, що педагогічні принципи є однаковими для всіх навчальних дисциплін. Однак застосування їх при вивченні кожного предмета має свої особливості. Важливими для навчального процесу є принципи: науковості; поєднання навчання з продуктивною працею; зв'язку теорії та практики; наочності; систематичності та послідовності; доступності й посиленості; свідомості та творчої активності засвоєння знань; міцності

засвоєння знань; умінь і навичок; виховного характеру навчання; наступності в навчанні; системності; переходу від навчання до самоосвіти тощо.

Для технічної творчої діяльності школярів головними є принципи: науковості та поєднання навчання з продуктивною працею учнів, зв'язку теорії та практики; політехнічної спрямованості; профорієнтаційної спрямованості та самостійності учнів у пізнанні закономірностей розвитку техніки, – при цьому дидактичний матеріал, що використовується на заняттях, повинен сприяти розвитку технічного творчого мислення учнів; процес пізнання в школярів повинен відбуватися не стільки завдяки слуховому та зоровому сприйняттю, скільки шляхом безпосередніх, активних цілеспрямованих дій, які дитина вчиться координувати. Усе це повинно бути покладено в основу добору змісту творчої діяльності учнів у галузі техніки. Під час добору змісту можна скористатися також науково обґрунтованими критеріями добору змісту освіти (подано в науковій літературі), які зводяться переважно до таких основних:

- 1) критерій цілісного відображення у змісті загальної середньої освіти основних компонентів соціального досвіду, перспектив його вдосконалення;
- 2) критерій виділення головного та суттєвого у змісті освіти;
- 3) критерій відповідності віковим особливостям учнів;
- 4) критерій відповідності виділеному навчальним планом часу;
- 5) критерій урахування вітчизняного та міжнародного досвіду формування навчальних програм;
- 6) критерій відповідності наявної матеріально-технічної та методичної бази школи з урахуванням реальних перспектив її розвитку.

Для добору змісту технічної творчості діяльності учнів, відповідного навчального матеріалу всі критерії, що відображені в дидактичній літературі, можна звести до таких:

- 1) критерій цілісного підходу до технічної творчої діяльності учнів: знання основ природничих наук, техніки, способів діяльності, суспільства;
- 2) досвід здійснення способів діяльності;
- 3) досвід творчої діяльності;
- 4) досвід емоційно-ціннісного ставлення до техніки та результатів праці людей;
- 5) критерій відповідності віковим особливостям учнів;
- 6) критерій відповідності наявній матеріальній і методичній базі школи;
- 7) критерій відповідності виділеному навчальним планом часу.

Перший критерій, зокрема, задовольняється формуванням проектно-графічних, інформаційних, машинознавчих, технологічних, комунікативних, організаційних, контрольно-оцінювальних знань та умінь (компетентностей) і ґрунтується на міжпредметній основі.

Виходячи з намічених завдань, специфіки пізнавальної діяльності, потреб оптимізації навчально-виховного процесу, З. Якубовський, зокрема, розглядає такі критерії добору матеріалу для використання на уроках.

Значущість розв'язання завдань для творчого розвитку особистості. Цей критерій передбачає комплексний підхід до вирішення проблеми реалізації навчальних, розвивальних і виховних цілей. Знання, вміння та навички, що їх учні одержують на уроках трудового навчання, мають методологічне значення. Вони дають можливість пізнавати об'єкти реального світу, власноручно їх створювати та перетворювати на основі певних технологічних прийомів. Вибрані учнями завдання повинні допомагати засвоїти та практично застосувати ці прийоми.

Навчальна новизна поставленого завдання. Це є важливим і суттєвим стимулом діяльності учнів. Працюючи над поставленим завданням, учні повинні відкривати для себе щось якісно нове, досі їм не відоме, таке, що не зустрічається в їхній практиці.

Бажання учнів, їхня зацікавленість в успішному виготовленні виробу. Без бажання неможлива творча діяльність індивіда. Зацікавленість виступає важливим мотиваційним стимулом навчально-трудової діяльності учнів, особливо під час виконання ними практичних завдань. Важливо дібрати такі завдання, які неможливо було б виконати, застосовуючи формально знання як основу технології зокрема, так і основу наук у цілому, або користуючись лише певним алгоритмом трудової діяльності. Адже за такого підходу робота зводиться до виконання репродуктивних вправ, що не забезпечує належного рівня розвитку творчого мислення, простору для фантазії, прояву ерудиції, умінь, навичок.

Варіативність завдання. Можливість кількох варіантів вирішення щодо створення умов для конструювання, відбору найбільш доцільних і оптимальних у цих умовах варіантів, ставить учнів перед необхідністю аналізувати, робити відповідні технічні розрахунки, оцінювати реальні умови з точки зору технологічності пропонованого варіанта, вибирати оптимальні значення параметрів. Такі знання, як правило, належать до вищого рівня.

Завдання, відібрані для роботи з учнями на уроках з «Технології», повинні бути *посильними та доступними*. Ця вимога прямо впливає із загальнодидактичного принципу доступності, що полягає в такому співвідношенні складності поставленого завдання з практичними можливостями учнів, яке стимулювало б активні розумові й трудові зусилля, спрямовані на його вирішення, давало б розвивальний ефект. Принцип посильності вимагає врахування індивідуальних особливостей учнів: віку, рівня розвитку, фактичного рівня знань, трудових умінь, навичок, особливостей сприйняття та уваги, наявності позитивних мотивів діяльності, сформованості інтересів, здібностей. Необхідною є відповідна підготовленість учнів до сприйняття як самого завдання, так і методики його вирішення. В іншому разі таке завдання негативно впливає на інтерес учнів.

III § 5

Практичні завдання для технічної творчої діяльності учнів, їх сутність і творчі рівні. Принципи та критерії добору практичних завдань

Характерною особливістю творчої діяльності людини є здатність ставити та вирішувати завдання різноманітних типів і різного ступеня складності. Для вирішення цих завдань потрібні знання, а необхідність оперувати знаннями зумовила розвиток мислення. Тому поняття «завдання» слід відносити до категорій науки, зокрема педагогіки.

З появою техніки кількість завдань значно збільшилася, з'явилися технічні задачі, складність яких зростала у багато разів. Якщо при вирішенні повсякденних задач людина обходиться знаннями, здобутими в процесі життєвого досвіду, то для вирішення творчих технічних завдань потрібні наукові, технічні знання.

Нагальна необхідність передачі технічних знань з покоління в покоління привела людей до думки про використання завдань не тільки для відкриття знань, а й для навчання дітей техніці, розвитку їх технічного мислення. Спеціально підібрані та сформульовані завдання стали активним засобом навчання підростаючого покоління техніці.

Технічними називають завдання, зміст яких базується на технічному матеріалі. Характерним для них є невизначеність галузі пошуку, тобто вони є багатоваріантними, а процес вирішення технічного завдання має творчий характер.

В основу переважної більшості технічних завдань закладено те чи інше технічне протиріччя (суперечність) (за винятком невеликої кількості чисто розрахункових завдань), чим і пояснюється їх творчий характер. Технічне протиріччя є рушійною силою вирішення технічних задач, тобто причиною виникнення проблемної ситуації, що активізує пізнавальну

діяльність того, хто вирішує технічне завдання. Кількість і різноманітність суперечностей дуже велика, їх класифікують за різними ознаками. Детально про технічні протиріччя йшлося в попередньому розділі. Головною властивістю всіх суперечностей є їх здатність «приводити в рух» думку. Для більшості технічних завдань характерним є те, що закладена в них суперечність у процесі вирішення задачі трансформується – одна суперечність переходить в іншу або породжує іншу. Система суперечностей, що утворилася, підтримує розумову активність суб'єкта творчості, направляє її в потрібне русло.

У процесі вирішення навчальної технічної задачі, як і винахідницької, закладене в завданні протиріччя викликає в учня стан проблемної ситуації, який активізує його пізнавальну діяльність упродовж вирішення задачі. У ході пошуку вирішення основної суперечності й тих, що виникають у процесі вирішення задачі, винахідник і учень оперують наявними знаннями, набувають нових знань, широко використовують операції мислення (порівняння, зіставлення, аналіз, синтез тощо), асоціативні зв'язки, можливості пам'яті, аналогії та інші прийоми, що дають змогу не тільки вирішити завдання, а й розвивати інтелектуальну сферу учня.

Ретельний аналіз процесу технічної творчості учнів показує, що його можна подати у вигляді процесу розв'язання спеціально підібраної системи навчальних і виробничих технічних завдань, з метою здобування учнями технічних знань, досвіду технічної діяльності та розвитку технічного мислення.

Під час визначення змісту технічної творчої діяльності учитель має враховувати те, що творчі завдання повинні бути:

- простими змістовно, доступними для розуміння учнями, такими, що враховують їх вік, відповідають навчальній програмі. Якщо проблема складна, то її слід розділити на прості, більш доступні елементи;

- різними за змістом і пов'язаними з промисловим виробництвом;
- цікавими за задумом, з елементами новизни;
- різними за формами виконання, взаємопов'язаними та захоплюючими;
- такими, що сприяють розкриттю фізичних основ промислового виробництва, вихованню любові до праці та поважного ставлення до людей праці, бережливому ставленню до природи, формуванню навичок творчої праці.

Дібрані творчі завдання для виконання на уроках з технологій повинні бути такими, що максимально забезпечують:

- розширення та поглиблення знань з певної дисципліни;
- розширення та поглиблення політехнічного світогляду учнів;
- більш ґрунтовне роз'яснення сутності техніки та технології, пов'язаних із майбутньою професією;
- показ різноманітності використання закономірностей, законів, принципів тощо фізики, хімії, біології та ін.;
- демонстрацію взаємозв'язку законів фізики, хімії, математики під час прояву їх у техніці та технології виробництва;
- ознайомлення учнів із принципами будови та дії об'єктів техніки, що впроваджуються у відповідну галузь виробництва;
- виховання любові до технічних професій, поваги до техніки, праці, людей праці;
- формування в учнів елементарних умінь дослідницького характеру;
- виховання почуття патріотизму, гордості за українську вітчизняну науку;
- збудження інтересу до конструювання, раціоналізації, винахідництва шляхом виготовлення різноманітних моделей, проведення лабораторних робіт, розв'язання задач і завдань;
- підвищення ефективності проведення уроків шляхом використання моделей, виготовлених у позаурочний час;

– показ того, що сучасне, а тим більше майбутнє виробництво потребує технічно підготовлених кадрів;

– формування вмінь самостійно працювати з науково-популярною і технічною літературою, осмислювати конкретні факти науки, робити узагальнення тощо.

Творчі завдання для учнів можуть мати три рівні складності.

До першого рівня складності належать завдання на виготовлення різного типу моделей для демонстрації механічного руху, законів динаміки та інших (візки, автомобілі, ракети тощо), що відповідає такій сфері діяльності, як спортивно-технічне моделювання.

До другого – конструювання та виготовлення різноманітних інструментів, верстатів, пристосувань, що повністю збігається зі змістом сфери матеріального виробництва.

На третьому рівні технічної творчої діяльності учні конструюють і виготовляють певні технічні об'єкти, фізичні прилади. Прилади, зокрема, перевіряються та застосовуються у процесі дослідження певних фізичних явищ. При цьому виникає потреба в елементах наукових досліджень. Методику проведення такої роботи висвітлено у відповідних публікаціях.

Характерним для технічної творчості учнів на уроках з оволодіння технологіями є важливість урахування міжпредметних зв'язків із такими шкільними дисциплінами, як фізика, креслення, математика тощо (переважно синхронний і ретроспективний характер міжпредметних зв'язків), – що сприяє заохоченню та мотивації до техніко-конструкторської діяльності учнів, відповідає їх розумовим і психологічним можливостям.

Успішне вирішення завдань, що виникають у процесі розроблення та створення технічних пристроїв, залежить не тільки від чіткого розуміння мети створення того чи іншого технічного пристрою, розв'язування того чи іншого виробничого завдання, а й від оволодіння методами їх вирішення. Щоб успішно розвивати у школярів елементи технічної творчості, учителям необхідно оволодівати відповідними методами.

Педагогу важливо також знати, що технічні завдання, які вирішують фахівці у процесі своєї творчої діяльності (рис. 28), є різноманітними за своєю складністю і можуть ставитися в будь-якій послідовності. Існують три основні види виробничого проектування та конструювання: конструювання нових машин, механізмів, пристроїв і моделей; переробка існуючих машин, механізмів, пристроїв і моделей з метою поліпшення деяких параметрів і техніко-економічних показників; конструювання окремих деталей.

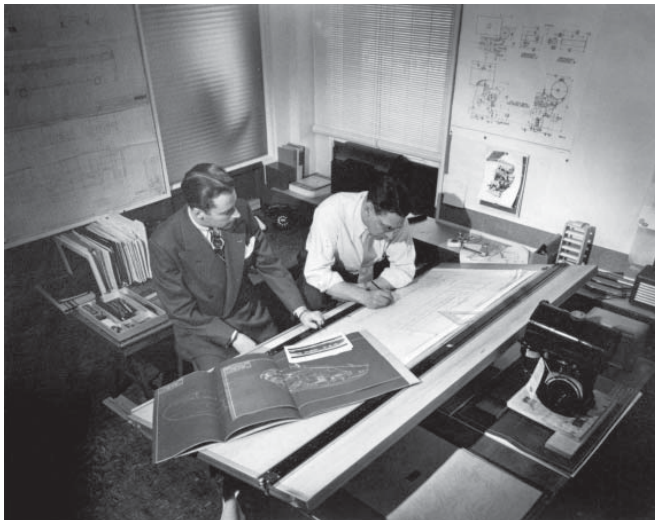


Рис. 28 Фахівці у процесі творчої діяльності

Відомо, що творча технічна діяльність у галузі виробництва загалом полягає в розв'язанні конструкторських, технологічних та організаційно-економічних завдань. Оскільки метою сучасної школи, педагогічної науки є підготовка молоді до творчої діяльності в галузі виробництва, то такими самими компонентами визначають і зміст технічної творчості учнів. Попри схожість змісту технічної творчості дорослих і дітей, вибір творчих завдань і послідовність їх виконання у процесі навчання учнів конструюванню не може здійснюватися за схожим із фахівцями принципом. Тож розглянемо кілька можливих варіантів творчих технічних завдань, розробку яких здійснювали відомі вчені у своїх дослідницьких працях.

Система завдань на конструювання С. М. Шабалова

1. Проектування деталей заданої конструкції (дано загальну будову та основні розміри, а конструкцію та розміри окремих деталей учні розробляють самостійно).
2. Перенесення принципу дії з однієї конструкції на іншу (учні тільки переносять відомий їм принцип дії на новий конкретний випадок).
3. Заповнення відсутньої ланки в конструкції (учні повинні винайти нову деталь або вузол конструкції).
4. Проектування схематично заданої конструкції (учням дають загальну ідею інструмента, приладу, апарата, механізму, пристрою; вони повинні проробити всі інші етапи конструкторської та проектувальної розробки цієї ідеї, зробити ескізу розробку проекту та деталювання).
5. Конструювання предмета за заданими технічними вимогами.

Шість типів завдань В. І. Качєва

1. Вивчення та пояснення готових конструкцій на основі принципів і правил конструювання пристроїв, виробів, обладнання, інструментів.
 2. Ескізування об'єктів виготовлення. У процесі виконання завдань учні визначають за ескізами необхідні елементи деталей (отвори, фаски, округлення тощо).
 3. Внесення у процесі виготовлення об'єктів доцільних змін в елементи деталей, поліпшення їх конструкції.
 4. Конструювання деталей за місцем їх установаження в пристрої, виробі.
 5. Конструювання деталей за принциповою (кінематичною) схемою: а) коли є заготовки й окремі готові деталі; б) коли є заготовки, окремі деталі та зразок, розміри якого підлягають зменшенню, а конструкція – змінам; в) коли немає заготовок (заготовки учням не вказуються) і готових деталей; г) за неповною принциповою (кінематичною) схемою; ґ) за схемою, складеною учнями.
 6. Конструювання об'єктів за іншими технічними завданнями – за вказівкою або власним задумом.
- Як приклад, розглянемо систему творчих завдань зі зростаючим рівнем складності, з детальним роз'ясненням сутності виконання завдань.

1. Вивчення та пояснення готової конструкції виробу і його деталей. Виконання завдання на пояснення конструкції виробу, призначення окремих його деталей для учнів спочатку може бути складним, оскільки вимагає активної розумової діяльності. У процесі виконання таких завдань учні переконуються в тому, що в конструкції все повинно бути продумано, кожний елемент деталі має своє призначення. Такого типу завдання не втрачають свого значення і на наступних етапах навчання елементам конструювання, оскільки сприяють розвитку технічного мислення учнів, виробляють у них уміння знаходити взаємозв'язок між деталями у вузлах і машинах.

2. Визначення учнями розмірів пристрою або окремих його деталей за кресленнями. Розміри механізмів (а також окремих деталей) часто визначаються умовами, в яких вони

перебувають у процесі експлуатації. З метою розвитку в учнів уявлень і знань про це доцільно підбирати такі завдання, у процесі виконання яких вони могли б самостійно встановлювати окремі розміри пристрою або його деталей. Для цього їм дають креслення виробу, на якому відсутні деякі розміри.

3. Конструювання деталей або елементів їх з'єднання, яких не вистачає в конструкції. Для виконання цього завдання учням видаються креслення, на яких пропущено одну з ланок (якусь деталь). Учитель пояснює призначення виробу та технічні вимоги до нього. Важливість такого завдання полягає в тому, що учням доручається самостійно вирішити питання доопрацювання конструкції пристрою, тобто зробити його діючим. У найпростішому випадку на кресленні не показано, наприклад, як з'єднати між собою деталі виробу. Учні, використовуючи знання про види з'єднань деталей, які вони здобули на заняттях у майстернях, приймають відповідні рішення. Конструюючи деталі, яких не вистачає в конструкції, необхідно знати, в якому разі використовують ті чи інші деталі, властивості різних матеріалів, щоб правильно вибрати матеріал для заготовки тощо. Проектуючи конструкцію, необхідно чітко знати, які загальні вимоги ставляться до неї. Ідеться про такі показники конструкції, як технологічність, економічність, простота, надійність, вимоги уніфікації тощо. Зазначимо, що вміння враховувати такі вимоги є особливо важливим у процесі виконання більш складних завдань.

4. Схематичне проектування заданої конструкції. Це завдання є наступним, складнішим етапом у навчанні елементів конструювання. Старшокласники проектують не одну, а всі деталі конструкції. Схема, яку розробляють учні, повинна розкривати принцип будови виробу. При цьому старшокласникам необхідно визначити раціональні розміри кожної деталі, способи з'єднання їх між собою тощо.

5. Конструювання пристрою за заданими технічними умовами. Такі завдання є ще складнішими. Діяльність старшокласників при цьому полягає в забезпеченні відповідності параметрів пристрою певним вимогам. В умовах виробництва такі вимоги, як правило, ставить замовник. На заняттях у майстернях технічні умови встановлює вчитель або учні їх обирають самостійно. Такі завдання є особливо важливими, оскільки максимально наближають учня до конструювання в реальних виробничих умовах, знайомлять із діяльністю конструктора.

6. Завдання на конструювання за власним задумом. Така діяльність включає елементи винахідництва, а тому у багатьох старшокласників можуть виникати значні труднощі. Особливо слід мати на увазі те, що учні часто не вміють співвідносити свої задуми з реальними можливостями. З огляду на це братися за виконання завдання на конструювання за власним задумом можуть лише старшокласники, які до цього вже підготовлені. У разі потреби необхідно звертатися по допомогу до вчителя. При цьому слід пам'ятати, що вчитель не може нав'язувати свої ідеї – за потреби він вносить лише певні корективи.

Послідовне виконання розглянутої системи творчих технічних завдань буде особливо важливим як для розвитку конструкторських умінь і навичок, так і загального творчого технічного мислення.

Узагальнений поділ усіх технічних задач на три рівні складності Ю. С. Стоярова

Рівень 1. Репродуктивний, нетворчий рівень задач, розв'язування яких передбачає виконавське копіювання, розв'язування за відомою програмою. У цих задачах не передбачається введення нових елементів, що змінюють принцип конструкції чи послідовність технологічного процесу. Ситуації в них однозначні, розв'язок одношляховий, у кількісній або якісній оцінці, ідей чи проблем немає, задачі закриті. До цього рівня належать розрахункові навчальні задачі типових шкільних збірників.

Рівень 2. Творчі задачі початкового рівня. Це відкриті навчальні задачі з нетиповими ситуаціями з багатошляховими розв'язками. Розгляд набору можливих ситуацій і розв'язків стимулює появу нових ідей, проблем. Проте якщо змістом цих задач і передбачається введення нових елементів, то воно не спрямоване на зміну конструкції чи послідовність технологічного процесу. При розв'язуванні таких задач самовираження та внутрішні спонукальні мотиви учня слабкі. Творчі здібності формуються не більше ніж наполовину.

Рівень 3. Об'єктивно творчі задачі. До них належать винахідницькі задачі, під час розв'язування яких необхідно подолати протиріччя в технічних системах новим, раніше не відомим рішенням. У цих задачах необхідно розробити новий тип конструкції чи змінити існуючий технологічний процес, свідомо та цілеспрямовано застосувати новий спосіб комбінації знань, умінь і вільно використовувати евристичні методи та прийоми. При розв'язуванні таких задач відбувається повний і вільний розвиток творчих здібностей.

Існують також інші класифікації технічних задач за їх творчими рівнями, що враховують усі можливі рівні. Такі класифікації є професійними.

III § 6

Оцінювання результатів технічної творчості учнів

З метою отримання більш повної оцінки результатів творчої технічної діяльності учнів у процесі створення технічної моделі необхідно скористатися такими критеріями:

1. Дотримання етапності та принципів організації творчої роботи учнів з техніки. Це проектування, конструювання, графічне розроблення техніко-конструкторських завдань, що здійснюється в процесі виконання принципових і кінематичних схем, ескізів та робочих креслень під час виготовлення технічного проекту.

2. Планування технологічної послідовності виготовлення виробу. Воно здійснюється при виготовленні технологічних і конструкційних карт, виборі матеріалів і способів їхньої обробки. Цей параметр визначає вміння і навичок працювати на технологічному обладнанні, з різноманітними інструментами та пристроями.

3. Організація одного або кількох робочих місць (технологічна лінія) в процесі підготовки до створення виробу та на етапі його виготовлення. Її суть полягає в тому, щоб правильно відібрати та вміло розташувати обладнання, інструменти, пристрої та матеріали на робочому місці (робочих місцях), дотримуючись правил техніки безпеки, охорони праці, застосовувати знаряддя праці за призначенням тощо.

4. Уміле застосування елементів знань з основ наук, креслення та трудового навчання в процесі техніко-конструкторської діяльності учнів на всіх її етапах, від формулювання технічного завдання до випробування експериментального зразка та внесення корективів у робочі креслення.

5. Вибір джерел і відбір змісту технічної інформації, її аналіз та засвоєння.

6. Обмін технічною інформацією в ході спілкування з товаришами, учителями, іншими людьми; вміння дискутувати, обстоювати свою позицію при розв'язуванні технічних задач, завдань або проблеми.

7. Контроль процесу й аналіз результатів праці, критична самооцінка виконаного технічного завдання, які здійснюються на проміжних етапах при виконанні завдання та досягненні кінцевої мети.

Зазначені критерії дають змогу оцінювати результати формування техніко-конструкторських і організаційно-технологічних знань і вмінь учнів (компетентностей). Для визначення рівня їх організації можна скористатися п'ятирівневою діагностичною шкалою А. М. Андріанова. На її основі В. П. Мельничуком розроблено 5 рівнів оцінки: найвищий, високий, середній, задовільний і низький.

Низький рівень організації техніко-конструкторської діяльності в процесі створення технічних моделей мають учні, які не здатні читати креслення, не володіють елементами графічної грамоти, а тому не спроможні перевести технічну інформацію образів на мову графіки. Практичні завдання виконують лише за зразком. Вони не можуть самостійно спланувати послідовність технологічних операцій на виготовлення виробу чи деталі, не мають достатніх знань і вмінь у доборі потрібних матеріалів, налагодженні обладнання та інструментів і навичок роботи з ними.

Робоче місце без нагадувань учителя чи керівника технічної творчості учнів не організують як слід, часто порушують правила техніки безпеки та охорони праці. Їм не під силу спланувати роботу окремої ланки і тим паче бригади або гуртка в цілому.

У процесі конструювання виробу учні не можуть застосовувати знання з математики, фізики, креслення, трудового навчання на різних його етапах. При самостійному пошуку необхідної інформації вони не орієнтуються, до яких джерел потрібно звернутися або ж не спроможні зрозуміти зміст запропонованої літератури – унаслідок недостатнього рівня попередньої підготовки. З цієї причини вони не вміють спілкуватись, дискутувати з проблем розв'язання техніко-конструкторських завдань, аргументовано відстоювати свою позицію у вирішенні певних технічних проблем.

У процесі виготовлення виробів школярі не проводять проміжний контроль, не володіють прийомами контролю при виконанні технологічних операцій, не здатні критично оцінювати якість виготовленого об'єкта.

Задовільний рівень організації техніко-конструкторської діяльності учнів передбачає здатність прочитати креслення окремих нескладних деталей, побудувати їх проекції з допомогою керівника. Однак вони не в змозі самостійно розробити креслення або внести суттєві зміни в уже готові без попереднього виконання такої роботи з допомогою керівника або за зразком. Школярі здатні виконати технологічне планування за наявності зразка в тому разі, якщо це стосується окремої деталі.

Організацію робочого місця, дотримання правил техніки безпеки й охорони праці тощо учні здійснюють при проведенні інструктажу й постійному нагляді керівника технічної творчості. На цьому рівні вони не здатні організувати роботу невеликого колективу, наприклад, гуртка чи бригади.

Підлітки відчувають певні труднощі у виборі необхідних джерел інформації, доборі потрібного матеріалу та в його практичному застосуванні. Лише за рекомендацією керівника звертаються до потрібної літератури для успішного конструювання. Учні не здатні використовувати прочитане в практичній роботі без безпосереднього втручання вчителя.

На цьому рівні школярі рідко спілкуються з товаришами та керівником з проблем технічного конструювання, у них нечасто виникають запитання в процесі роботи, оскільки вони працюють за зразком і під опікою керівника або з допомогою більш підготовленого товариша. Ніяких оригінальних розв'язків, як правило, у них немає, а тому вони не обстоюють свої пропозиції на окремих етапах техніко-конструкторської діяльності, інколи можуть доповнити або заперечити якусь окрему думку в ході захисту проекту іншими гуртківцями.

Проміжний контроль не здійснюється, проте вони здатні критично оцінити деякі недоліки своєї роботи в кінці її виготовлення.

Середній рівень організації техніко-конструкторської діяльності мають учні, здатні за пропозицією керівника внести зміни в конструкцію виробу та відобразити це графічно за наданою їм технічною документацією. Вони орієнтуються в читанні креслень, схем.

Технологічну документацію на виготовлення окремих деталей за наявності робочих креслень виготовляють самі, якщо не виникає проблем у виготовленні спеціальних пристроїв для виконання певних технологічних операцій.

Учні здатні відшукати потрібну інформацію у вказаній керівником літературі, інших джерелах і застосувати набуті знання у визначеній педагогом ситуації. Насамперед знання з математики, фізики, креслення, трудового навчання, а також з інших джерел інформації.

Середній рівень організації техніко-конструкторської діяльності дає змогу дітям спілкуватися з керівником і товаришами з окремих питань у стандартних ситуаціях, пов'язаних із конструюванням виробів, при заміні конструктивних рішень в окремих деталях або вузлах. Свої пропозиції щодо зміни конструкції окремих деталей, вузлів і внесення відповідних корективів у готові технічні проекти вони здатні обстоювати й аргументувати.

За нагадуванням керівника школярі самостійно організують свої робочі місця, спроможні створити робоче місце для бригади з 2-3 осіб, із дотриманням правил техніки безпеки та охорони праці, правильно розташувати обладнання та інструменти тощо. У процесі роботи здійснюють контроль якості за розробленою керівником методикою.

Високий рівень організації техніко-конструкторської діяльності передбачає добре читання учнями технічних креслень і звернення до керівника технічної творчості за допомогою лише в окремих випадках.

Самостійно виготовляють технічну документацію на конструкцію виробу, запропоновану керівником технічної творчості або іншим замовником, зрідка звертаючись за консультацією до вчителя щодо окремих видів розрахунків, побудови складних креслень тощо.

Вони здатні спланувати весь технологічний процес і розробити технологічні картки на виготовлення майбутнього виробу, однак це стосується технологічних процесів, визначених програмами з трудового навчання.

На цьому рівні учні самостійно підбирають необхідну літературу та джерела технічної інформації, використовують їх у процесі техніко-конструкторської розробки в межах шкільних навчальних програм з трудового навчання, математики, фізики, креслення тощо.

Підлітки легко спілкуються з керівником, своїми товаришами, дискутують з питань оригінальності розв'язання техніко-конструкторських завдань. Аргументовано обстоюють проекти при захисті.

Розроблене обладнання вміло впроваджують у налагодженому процесі продуктивної праці учнів, пов'язаному з обробкою конструкційних матеріалів. На окремих робочих місцях передбачають контроль якості та правил техніки безпеки і охорони праці, правильно складають відповідні креслення та інструкції. Організація власного робочого місця здійснюється учнями в процесі роботи без нагадувань керівника.

При **найвищому рівні** організації техніко-конструкторської діяльності школярі здатні самостійно визначити та сформулювати технічну проблему, вирішити та на рівні оригінальної техніко-конструкторської розробки або раціоналізаторської (винахідницької) пропозиції самостійно спланувати технологічний процес її виготовлення.

У разі недостатнього технологічного забезпечення устаткуванням, інструментами тощо такі учні здатні вирішити технологічні задачі на заміну однієї технологічної операції на іншу, більш ефективну, або сумістити кілька операцій в одній, не передбаченій у технологічному процесі. Правильно, з дотриманням усіх вимог школярі можуть виготовити робочі креслення, технологічні та інструкційні картки та технічний проект на виріб у цілому, без сторонньої допомоги, як виняток потребують лише окремих консультацій керівника або іншого технічного фахівця. Вони здатні створити робочі місця з кількох технологічних процесів на основі сконструйованого обладнання для виготовлення простих виробів (замкнений цикл у вигляді технологічної лінії, конвеєра тощо) у межах шкільних майстерень з групою учнів. Розроблення технічного проекту, технологію виготовлення виробів школярі здійснюють із широким залученням знань з основ наук, креслення, трудового навчання без спеціальних підказок з боку керівника.

Потрібні знання та відповідні джерела інформації вони відшуковують та опрацьовують самостійно.

При найвищій організації техніко-конструкторської діяльності учні легко вступають у бесіди й диспути з питань конструювання, аргументовано обстоюють оригінальні ідеї про шляхи вирішення технічних завдань і продукують їх на високому творчому рівні у великій кількості.

Контроль якості продукції планують і здійснюють у процесі виготовлення виробу. Учні вміють передбачити й виключити конструктивно або технологічно нездійсненні рішення, критично оцінити розв'язки як на проміжному етапі, так і на завершальній стадії створення об'єкта.

Таким чином, обрані критерії та розроблені рівні організації техніко-конструкторської діяльності учнів дають можливість встановити рівень організації творчої діяльності в контрольних та експериментальних групах, а також ступінь підвищення їх якості при створенні відповідних умов, і здійснювати поточний контроль на різних етапах розвитку.

III § 7

Навчальні винахідницькі задачі для розвитку творчого мислення учнів і методичні особливості їх добору

Задачі на розвиток кмітливості, спостережливості та винахідливості

1. Під час блокади Ленінграда в роки Великої Вітчизняної війни єдиною сполучною ланкою міста з країною була Дорога життя через Ладозьке озеро, скуте кригою (рис. 29). Від стану криги залежало життя багатьох людей, тому за ним велося цілодобове спостереження: в льоду робили ополонки, у які на тонких тросиках опускали прилади. Але ополонки швидко замерзали і тросики вмержали в кригу. Потрібні були незамерзаючі ополонки. Як бути?



Рис. 29 Дорога через Ладозьке озеро

2. У центрі міста на площі стояла старовинна башта. Одного разу виникла небезпека – башта почала осідати. Створили комісію та доручили їй виявити – як саме осідає башта і на скільки міліметрів щорічно.

Комісія замислилася. Потрібна нерухома точка, щоб перевірити, чи осідає башта відносно неї. А де взяти таку точку?

Можливо, вся площа та сусідні будинки теж осідають?

За п'ятсот метрів від площі є парк. У ньому – скелі, які точно не просідають. Однак із цих скель навіть не видно башти – вона закрита будинками.

– Складне становище, – замислено промовив голова комісії. – Може, звернутися до Академії наук?

Аж тут з'явився винахідник.

– Не треба турбувати академіків! – сказав він. – Відкрийте підручник фізики для 6-го класу і згадайте...

І він пояснив, що саме треба згадати. А як думаєте ви?

3. У кузню принесли п'ять ланцюгів, що склалися з різної кількості ланок, і замовили ковалеві скувати їх в один ланцюг (рис. 30). Коваль вирішив, що для з'єднання всіх п'яти ланцюгів (один мав три ланки) йому треба розкувати та знову скувати чотири ланки.



Рис. 30 Праця коваля

Чи можливо виконати цю роботу, якщо розкувати та знову скувати меншу кількість ланок?

4. Три дачника мали один спільний човен, оснащений ланцюгом для того, щоб замикати його до стовпа поблизу берега. Кожен із дачників хотів користуватися човном незалежно від інших. Але у кожного з них виявився особистий замок (висячий) і, зрозуміло, різні ключі до них. Як необхідно вчинити, щоб задовольнити таку потребу?

5. У довгій гумовій трубці треба дуже точно зробити багато отворів діаметром 10 мм (рис. 31). Узагалі неважко пробити чи проколоти, навіть просвердлити ці отвори.

Однак гума дуже гнучка, під інструментом вона розтягується, вигинається, стулюється... Зробити отвори потрібного діаметру дуже складно. Майстер спробував пропалювати отвори розпеченим залізом, але краї отвору обпалювалися, кришилися.



Рис. 31 Приклад гумової трубки

– Нічого не виходить! – із досадою вигукнув майстер. – Хоч плач...
І тут з'явився винахідник.

– Навіщо ж плакати? – здивувався він. – Це так просто! Є ідея!
Що саме запропонував винахідник?

6. В астрономічній обсерваторії проводять пошук нових і наднових зірок.

Для цього щодня фотографують одну й ту саму частину неба. Хоча вона й невелика, на ній у телескоп видно кілька десятків тисяч зірок. Як серед них виявити нову зірку, якої ще не було вчора?

7. У машинах для вироблення рідкого гелію найбільш важлива деталь –

детандер – являє собою вертикальну трубу висотою 3 м та діаметром 10 см. Одного разу в цю трубу почергово впали мідна гайка, залізний болт і гумовий м'ячик. Розбирати машину неможливо. Як можна витягти ці предмети?

8. Відомий англ. фізик У. Круке (рис. 32) заявив, що перевіряв, чи існує телепатія. Ось що він розповів: «До мене прийшли два брати, обидва високі, з пронизливими чорними очима. Вони робили дивовижні речі. Я замкнув одного з них у підвалі, другого розмістив у кімнаті на четвертому поверсі. Цьому другому я тихо шепотів перше-ліпше слово. Телепат клав руку мені на плече, довго дивився мені у вічі. Після цього я замикав кімнату і спускався в підвал. Сидячий у підвалі теж обіймав мене, довго дивився мені в очі і безпомилково називав сказане мною. Я ручаюсь, що ніякого зв'язку між братами не було». Телепати виявилися шахраями. Але як це довести?

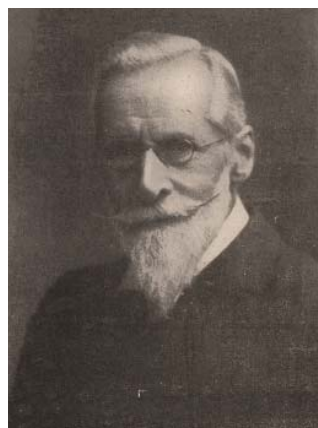


Рис. 32 Уільям Крукс



Рис. 33 Автомобіль «Москвич»

9. Автомобіль «Москвич» (рис. 33) їхав розбитою лісовою дорогою. В одній із ям так загрузнув, що всі спроби витягти його силами водія та трьох пасажирів були марними (двигун не заводився). Тоді водій згадав, що у багажнику є довга і міцна мотузка. Використавши її, він без сторонньої допомоги витягнув автомобіль. Як це йому вдалося?

10. На хімічному заводі між двома цехами треба було прокласти трубопровід зі скляних труб. Вирили траншею, насипали на дно піску та почали вкладати труби. Однак через невеликі нерівності дна труби почали ламатися, особливо тоді, коли їх засипали землею. Можливо, треба було дно траншеї вирівняти, але це дорого і довго. Як бути?

11. На заводі працює станок для відрізування труб визначеної довжини.

Відрізаний шматок труби скочується вниз по направляючих із сильним гуркотом. Як зменшити гуркіт?

12. Як корові (рис. 34) відбиваються від мух та гедзів? Досвід тваринників засвідчує, що неможливість почухатися спричиняє значне зниження надоїв. Як завадити цьому?



Рис. 34 Корова

13. В одному колективному сільськогосподарському підприємстві збудували великі свинарники. Повітря в них повинно бути чистим, тому директор запросив учених, щоб проконсультуватися – чи хороша у свинарниках вентиляція і чи добре почуваються свині (рис. 35).



Рис. 35 Поросята

– Треба вивчити рух повітря у приміщенні, — сказав один учений. — Проведемо заміри швидкості повітряних потоків. Приміщення дуже велике, стелі високі. Рух повітря залежить від температури стін, покрівлі, знадобиться безліч замірів. Роботи тут на кілька місяців.

Аж тут з'явився винахідник.

– Поки ви тут радилися, я отримав деякі дані по першому приміщенню, – сказав він. – Для кожної точки, навіть під самою стелею. Це так просто...

Як винахідник отримав ці дані?

14. На заводі з виготовлення кабелю виникла проблема. Кабельні котушки згідно з правилами перевезення на залізниці треба перевозити у вагонах «на ребрі». А щоб котушки вагою кілька тонн кожна не котилися по вагону, під них підставляють дерев'яні підставки, виготовлення й установка яких потребує багато деревини та праці. Як бути?

15. У порту вантажили корабель (рис. 36). Потужний кран опускав платформи з мішками у трюм. Ішов дощ, і вода потрапляла у трюм судна.



Рис. 36 Судна в порту

– Ну й погода, – буркнув один із докерів. – Промокнув до нитки...

– Нічого не поробиш, – відповів інший. – Під час вантаження трюм не закриєш і дах не поставиш.

Аж тут з'явився винахідник.

– Потрібна особлива покрівля, – сказав він, – щоб дощ не проходив, а вантаж опускався вільно. Ось подивіться.

Яку покрівлю запропонував винахідник?

16. Потрібно у листі м'якого заліза зробити квадратний отвір, використовуючи тільки круглий терпуг, діаметр якого більший за сторону квадрата. Як це можна зробити?

17. На день народження дівчинки хтось із гостей приніс велику коробку цукерок. Цукерки були зроблені у вигляді шоколадних пляшечок, наповнених густим малиновим сиропом. Усім дуже сподобалися ці цукерки. Один хлопчик запитав:

– Цікаво, а як виготовляються такі пляшечки?

– Спочатку роблять шоколадну пляшечку, а потім заливають у неї сироп, – пояснив інший гість. – Сироп обов'язково повинен бути густим, інакше цукерка вийде нетривкою. А густий сироп важко заливати у пляшечку. Можна сироп нагріти, і тоді він стане рідким. Але тоді інша біда – гарячий сироп розплавить шоколадну пляшечку. Виграємо у швидкості, але програємо у якості, буде більше браку.

І тут з'явився винахідник.

– Є ідея! – вихопилось у нього. – Я знаю, як виготовити такі цукерки швидко і без браку. Хитрість у тому, щоб...

І він пояснив. Дійсно, цукерки можна виготовити дуже просто.

Спробуйте і ви знайти рішення винахідницької задачі.

18. В одному старовинному місті було відлито дзвін (рис. 37) вагою 2 тисячі пудів (32 тис. кг.). Щоб перевезти його на місце встановлення на великоваговому возі звичайним способом, необхідно було згідно з розрахунками інженерів 80 коней. Це було б надзвичайно дорого, та й саме перевезення неможливе, оскільки тягова сила коней, як відомо, не збільшується, якщо запрягати понад 75 коней.



Рис. 37 Дзвін

Інженери не могли запропонувати раціонального рішення. До настоятеля монастиря прийшов один мешканець і запитав, що він перевезе дзвін 6-ма і навіть 4-ма кіньми.

– Яким чином? – запитав його піп.

– А це секрет, – відповів мешканець. – Якщо я скажу, то всяк це зробить.

Настоятель пообіцяв зберегти таємницю. Мешканець виконав свою обіцянку, за що отримав велику винагороду.

Що саме він учинив?

19. Двом чоловікам треба було перейти через широку річку: одному з лівого берега, іншому з правого. На кожному березі є по одній дошці, але кожна з них трохи коротша, ніж відстань між берегами.

Як, використовуючи ці дошки і допомагаючи один одному, кожен із них зможе перейти з одного берега на інший?

20. Одна закордонна фірма купувала у іншої соняшникової олії і перевозила її в автоцистернах місткістю 3 тис. літрів. І ось виявилось, що кожного разу в цистерні не вистачало 20-30 літрів.

Перевірили вимірювальні прилади – усе гаразд. Пломби на заливному люку – в належному стані, герметичність цистерни – не викликає сумніву. Зважили, що кілька літрів олії могло залишитися на стінках цистерни у вигляді плівки, але недостача була значно більшою. Запросили досвідченого детектива. І він нічого не виявив: машина ніде не зупинялася, водій не надбирав з неї олію. Детектив тільки розвів руками...

І тут з'явився винахідник.

– Це ж так просто, треба тільки трохи поміркувати.

І він пояснив, у чому справа. А як вважаєте ви?

21. Потрібно у листі м'якого заліза зробити круглий отвір, користуючись прямокутним терпугом, ширина якого більша за діаметр отвору. Треба придумати, які найпростіші слюсарні інструменти варто використати для цього і як це зробити?

22. В одному фантастичному оповіданні описано наукову експедицію на Марс.

Космічний корабель спустився в долину з дуже нерівною поверхнею – усюди ями, каміння, пагорби. Космонавти швидко спорядили всюдихід – на колесах, з великими надувними шинами. Однак на першому ж крутому схилі всюдихід перекинувся набік.

Космонавти не мали могли переробляти всюдихід, але треба було знайти якесь рішення. Що запропонували б ви?

23. У майстерні виникла потреба використати смуги з алюмінію довжиною 1,5 м і шириною 30 мм. Але на складі були тільки циліндри діаметром 160 мм і довжиною 120 мм. Товщина стінок була достатньою.

Чи можливо з таких циліндрів нарізати потрібні смуги і як це зробити?

24. Директор меблевого комбінату сказав головному інженерові:

– Минулого року ми випустили 100 комплектів меблів для дитячих садків. Скаржаться замовники: діти дряпають меблі.

– А ми в чому винні? – запитав головний інженер. – Найкращу фарбу можна здерти і подряпати. Можливо, їм потрібні нефарбовані меблі?

– Ні, – відповів директор. – Для дитячих меблів обов'язково потрібні різнокольорові фарби. От якби фарба була не на поверхні меблів, а просочувала всю деревину.

– Це зі сфери фантастики! – засміявся головний інженер. – Тисячі разів пробували просочити деревину фарбою. Нічого не вийшло, ви ж знаєте.

І тут з'явився винахідник.

– Ні, це не фантастика, – сказав він. – Треба зробити так...

А як ви думаєте, у чому хитрість?

25. Танкери привозять нафту і перекачують її на нафтоперегінний завод, розташований на березі. Для зберігання нафти заводі потрібні резервуари. Але де знайти для них місце? Вільна територія зайнята заводськими будинками.

Як бути?

26. Із історії відомо, що англійський король Річард Левове Серце, повертаючись із другого Хрестового походу, безслідно зник (пізніше стало відомо, що його полонив і ув'язнив герцог Австрійський).

Знайти Річарда взявся трубач Блондаль Нільський. Він дуже любив свого короля – лицаря і поета, з яким вони разом склали та співали свої відомі пісні. Але як знайти Річарда? Розпитувати не варто, самому можна за це постраждати. Виходить, що була ймовірність прохати повз в'язницю і не знайти його?

На вашу думку, як бути?

27. Під час професійного матчу з боксу спортсмени та їх тренери зіткнулись із загадкою. Досить посередній боксер раптом отримав серію перемог над кандидатами в призери, причому всі – нокаутом. Вибулі з боротьби боксери розповідали, що на початку бою удари були звичайними, але поступово ставали сильнішими, а через деякий час мали таку силу, ніби боксер бив не звичайною боксерською рукавичкою, а каменем.

Однак рукавички перед боєм перевіряє суддя, цеглину у них не сховаєш.

Як це могло трапитися?

28. Одного разу молодий художник узявся намалювати портрет старого некрасивого банкіра. Друзі попереджували його: не треба цього робити! Якщо намалює портрет схожим, банкір не заплатить – скаже, що портрет поганий. Якщо ж художник прикрасить його, скупий також відмовиться платити, посилаючись на відсутність схожості з оригіналом. Друзі мали рацію. «Це не я, а якесь опудало», – промовив банкір і пішов, не заплативши й копійки. Однак через деякий час він знову з'явився у майстерні художника і ледве вмовив його продати сумнозвісний портрет за ціну, що перевищувала початкову в десять разів.

Що ж трапилось?

Задачі, у яких необхідно виявити та сформулювати технічне чи життєве протиріччя

1. У зоопарку жили сотні ядовитих змій. Одного разу виникла необхідність виміряти довжину кожної з них.

Яким способом можна виконати це небезпечне завдання?

2. На дрейфуючій полярній станції трапилася надзвичайна пригода: упала в ополонку важлива частина приладу – мідна трубка діаметром 100 мм. Стали шукати заміну – знайшлася трубка діаметром 97 мм. Але з такою трубкою прилад не працюватиме, а найближчий літак прибуде за місяць.

3. Через несподівано сильні морози у водогінній мережі виникли водяні пробки.

У який спосіб можна їх ліквідувати?

4. Ви маєте кілька пружинних ваг. Допустима вага – 5 кг. Як, користуючись тільки пружинними вагами, зважити брусок, вагою близько 15-20 кг?

5. У технічному училищі учні вивчають будову верстатів і машин, вчать користуватися вимірвальними інструментами і не розгублюватися в складних ситуаціях.

Одного разу майстер виробничого навчання запитав учнів:

- Чим можна виміряти діаметр проводу, товщина якого становить 0,2-0,5 мм?
- Мікрометром, – відповіли учні.
- А якщо мікрометра немає?

Здогадайтесь, як діяти в такому разі!

6. Важкий транспортний літак зробив вимушену посадку на зоране поле за двісті кілометрів від аеродрому. Літак розвантажили, оглянули: зірвана обшивка, багато вм'ятин, потріскані важливі вузли. Треба доправити машину в ремонтну майстерню на аеродром. Однак вага літака понад 100 тонн. Транспортувати його треба обережно, щоб не сталося додаткових пошкоджень. Фахівці зібралися на нараду. Був би літак менший, все було б простіше...

– Що тут думати! – вигукнув студент-стажист.

На нараду його не запрошували, але він мав ідею, яку дуже хотів запропонувати.

– Літак потрібно підняти в повітря і тільки потім переміщувати.

– Юначе, – сумно сказав один із фахівців, – немає аеростатів такої вантажопідйомності. –

Та й не можна аварійний літак піднімати в повітря.

Але тут з'явився винахідник.

– Не згоден, – сказав він. – Аеростат тут потрібний і непотрібний. Літак треба піднімати у повітря і не треба...

І він пояснив, як виконати суперечливі вимоги.

Спробуйте здогадатися, що запропонував винахідник?

7. Завод отримав замовлення: виготовити велику партію овальних скляних пластин товщиною 1 мм. Нарізали прямокутних заготовок, залишилося сточити і закруглити краї, щоб отримати овали. Але при обробці на шліфувальному верстаті тонкі пластини часто ламалися.

– Дуже багато браку, – покаржився робітник майстрові. – А чи не можна зробити пластини товщими?

– У жодному разі, – відповів майстер. – Нам замовляли тонкі пластинки.

Аж тут з'явився винахідник.

– Ага, технічна суперечність! – вигукнув він. – Заготовки повинні бути і тонкими, і товстими.

Цю суперечність можна розділити в часі: нехай заготовки на час обробки стануть товщі...

Як це зробити?

8. Бігуни тренуються на рухомій стрічці. Так можна пробігти, не сходячи з місця, під наглядом тренера чи лікаря, хоч марафонську дистанцію. А як бути з ковзанярками або плавцями?

9. Відлиті з металу деталі зачищають з допомогою піскоструминної машини, тобто пісок подається на поверхню, яка зачищається, під великим тиском. Поверхня зачищається, однак піщинки потрапляють у внутрішні частини деталі й там залишаються. Закривання внутрішніх отворів і подальше їх відкривання потребує багато часу.

Аж тут з'явився винахідник.

– Треба зробити так, щоб піщинки зачищали поверхню, а потім самі собою зникали.

Якими повинні бути піщинки?

10. При протезуванні ніг дуже важливо, щоб штучна нога була точнісінько така, як жива. Здавалося б, зробити це неважко – зняти зліпок з живої ноги та відлити за ним штучну. Однак дві ліві чи дві праві ноги нікому не потрібні.

Як же вийти з цього становища?

11. Для технологічних потреб по трубопроводу переміщують пульпу – воду з частинками залізної руди. Подача пульпи регулюється металевою заслонкою, яка швидко зношується в результаті взаємодії з частинками руди. Як цьому запобігти?

Задачі на розвиток конструкторських умінь

1. Для перекачування деяких рідин (кров, молоко тощо) необхідно сконструювати насос, у якому жодна його частина не торкається перекачуваної рідини. Треба запропонувати найпростішу, евристичну конструкцію такого насоса.

Технології навчання учнів технічному моделюванню та їх творчі рівні

Важливість здобування учнями знань і вмінь з технічного моделювання, сутність понять, «модель», «моделювання», «технічне моделювання» тощо буде розглянуто нижче. У розділі коротко з'ясуємо, у чому полягає сутність різних підходів учителя до організації навчального процесу (використаних технологій навчання) під час виготовлення технічних моделей на уроках з навчального предмета «Технології». Це питання є досить важливим, оскільки саме від особливостей використаних технологій навчання залежить рівень сформованості творчих здібностей учнів, глибина засвоєних знань і понять.

А. У процесі технічного моделювання учні дотримуються наочних образів відомих технічних пристроїв, об'єктів тощо. При цьому можливі три підходи навчання учнів моделюванню, що мають різні рівні творчості.

1. Учні виготовляють модель (копію) відомого об'єкта (наочна опора), використовуючи готові креслення, технологічні карти тощо на створюваний об'єкт у певному масштабі. У такому разі творчість школярів є обмеженою і зводиться до репродуктивного відтворення баченого.

Проте навіть така діяльність є досить важливою для учнів 5-6 класів, оскільки в ній формується значна кількість необхідних для цього віку вмінь і навичок, розширюється політехнічний кругозір, учні набувають технічних знань різного типу, знайомляться з інформацією про моделі та їх практичне застосування в наукових дослідженнях, техніці, промисловості тощо.

2. Діяльність учнів є більш творчою, коли використовується лише наочна опора, а відповідні малюнки, ескізи чи креслення школярі розробляють самостійно. Тобто виготовляють копію відомого об'єкта.

3. Учні виготовляють креслення моделі відомого об'єкта з унесення в його конструкцію та виконувани функції певної кількості різноманітних удосконалень, на які також самостійно розробляють відповідні ескізи чи креслення. Рівень творчості учнів при цьому значно вищий, ніж у першому та другому випадках, зі збереженням усіх інших зазначених позитивних якостей, сформованих знань і вмінь, яких учні набувають у процесі технічного моделювання.

Б. Наочні образи учнями не використовуються.

Учні розробляють (проектують, створюючи в уяві; конструюють) та виготовляють модель нового виробу, пристрою, технічного об'єкта, фізичного процесу тощо. У цьому разі технічне моделювання за рівнем творчості прирівнюється до проектування та виготовлення (з проміжними етапами конструювання та розроблення технології виготовлення, які разом із проектуванням є різновидами технічної творчості) реального технічного об'єкта за власним задумом (об'єкта практичного застосування) і є повністю творчим процесом.

Слід зазначити, що в такому разі поняття «нове» має суб'єктивний характер, про що йшлося в підрозділі I.2. Безумовно, у всіх випадках учитель розпочинає навчальний процес із ознайомлення учнів із необхідними теоретичними відомостями з технічного моделювання.

Процес технічного моделювання (а отже, і термін «технічне моделювання»), описаний у п. Б, є повністю доцільним і в технічній творчості учнів 8-9 класів під час їхньої проек-

тно-технологічної діяльності в процесі виконання творчих проектів (розділ V). Тобто учні 8-9 класів (можливо, і 7-х) під час виконання творчих проектів можуть створювати технічну модель певного об'єкта, явища тощо відповідно до етапів процесу розроблення реального об'єкта (проектування, конструювання, розроблення технології виготовлення, виготовлення, презентація виробу). У такому разі вирази «технічне моделювання» і «проектування та виготовлення технічного об'єкта» є тотожними за творчою сутністю.

Необхідно також зазначити, що створення технічної моделі за пунктом Б для переважної більшості учнів 5-7 класів є надто складним завданням. Його виконання можна доручати особливо обдарованим і технічно підготовленим учням.

Водночас для учнів 8-9 класів створення таких моделей є доцільним, особливо як допрофільна підготовка учнів. Зазначимо, що матеріал розділу V розглядається саме в контексті допрофільної підготовки учнів 8-9 класів. Зокрема може йтися про допрофільну підготовку школярів до вибору профілю інженерно-технічного спрямування «Технічне проектування» (детальніше – у розділі V).

Загалом міра допомоги вчителя у творчій діяльності учнів поступово повинна зменшуватися, а самостійності в розв'язанні технічних завдань, що виникають у процесі розроблення моделей, – зростати. У цьому плані можна виділити чотири типи **технологій** навчання учнів моделюванню. До них можна віднести розроблення моделей технічних об'єктів за: повною технічною документацією; скороченою технічною документацією; технічним завданням; власним задумом.

Сутність цих технологій детальніше буде подано в підрозділі IV.7.

Зазначимо, що вказані технології навчання не повторюють розглянуті вище, оскільки учні створюють моделі не відомих їм (принаймні досить добре) раніше об'єктів (або ж узагалі нових), що значно ускладнює діяльність учнів, спонукає підключити творчу технічну уяву, технічне мислення, а отже, і розвивати їх.

Розглянемо багатопланову інформацію про моделі та метод моделювання, з якою необхідно детально ознайомити учнів перед початком і в процесі практичного розроблення й виготовлення технічних моделей. Це важливо, оскільки школярі будуть максимально зацікавлені в такій діяльності.

IV § 2

Поняття «модель» і «метод моделювання». Метод моделювання в історичній ретроспективі

З'ясуємо перш за все сутність поняття «модель» і розглянемо деякі питання, пов'язані з ним.

Слово «модель» походить від латинського слова «modulus», що в перекладі означає «копія або образ». У повсякденному житті існує взагалі три форми значення цього терміну.

- штучно створений об'єкт, який певним чином схожий з іншими об'єктами, що є предметом вивчення чи практичної зацікавленості;

- пробний екземпляр із серії виробів, що виготовляються;

- певний тип серійної продукції: нові марки автомобілів, тракторів, зразки одягу тощо.

У подальшому розгляді будемо використовувати перше значення цього терміна.

Слід також одразу зазначити, що, поруч із поняттям «модель» існує поняття «моделювання». Під моделлю певного об'єкта, явища чи процесу будемо розуміти інший об'єкт, інше явище чи інший процес, який має схожі риси та загальні закономірності. Тобто моделлю може бути: об'єкт, явище, процес тощо. Нас цікавитимуть технічні об'єкти.

Моделювання – це метод дослідження складних технічних об'єктів чи процесів на їх моделях однакової чи різної фізичної природи із застосуванням теорії подібності шляхом постановки експерименту й опрацювання його результатів.

Таким чином, модель – це об'єкт, а моделювання – процес.

Моделювання як процес може розглядатися у двох аспектах. При цьому зазначимо, що нас буде цікавити технічне моделювання. Перше значення цього терміна передбачає розгляд моделювання як методу пізнання оточуючої дійсності. Моделювання дуже широко використовується в різноманітних галузях науки, техніки, виробництва тощо.

Інше значення процесу моделювання стосується навчальної діяльності учнів – технічного моделювання, на якому й зупинимось детально.

Школярі на запитання «Що таке модель?» відповідають, що це зменшена копія певного об'єкта – автомобіля, літака, судна тощо. Проте не в усіх випадках це так. Адже дослідниками встановлено, що існує близько 40 основних логічних типів моделей. З цим ми ознайомимося в наступному підрозділі.

З погляду трудового навчання в технічному моделюванні учнів найбільше приваблює те, що в цьому процесі поєднуються основні напрями технічної творчості фахівців на виробництві. Це пояснюється тим, що в процесі технічного моделювання доводиться розв'язувати конструкторські, технологічні та організаційно-економічні завдання, що дуже важливо з точки зору підготовки учнів до творчої діяльності на виробництві.

Таким чином, для трудового навчання школярів, ураховуючи необхідність ознайомлення їх із характерними та найбільш поширеними виробничими процесами, головним є те, що під час моделювання є можливість навчати учнів розв'язувати творчі завдання. Зрозуміло, що технічне моделювання учнями не може повторювати за своїм змістом технічне моделювання, яке проводиться в галузі виробництва. Однак учні повинні добре це розуміти і знати його сутність.

Історію розвитку та практичне використання методу моделювання можна умовно поділити на етапи:

1) використання моделювання для дослідження споруд без необхідного теоретичного обґрунтування;

2) створення теоретичної основи моделювання та ефективного використання цього методу;

3) інтенсивне філософське та методологічне дослідження методу моделювання.

У науковій літературі перші згадування про моделі можна знайти ще в I ст. до н. е.

Будівельники храмів, укріплень, водопроводів Єгипту та Риму перевіряли свої плани на моделях, зроблених із піску, глини, каміння. Однак ці моделі відображали об'єкт чисто геометрично, а тому мали місце досить серйозні невдачі при будівництві й експлуатації (наприклад, різне розширення).

Учені та народні умільці зрозуміли, що метод моделювання необхідно поставити на наукову основу й обґрунтувати теоретично, тобто створити теорію подібності.

Вважається, що першу спробу теоретично обґрунтувати цей метод зробив Леонардо да Вінчі в XV-XVI століттях. Ще більше в цьому плані зробив Ньютон у XVII-XVIII століттях. Ними фактично було закладено основи теорії подібності явищ та об'єктів.

Одним із перших на практиці застосував теорію подібності І. П. Кулібін приблизно в 1770 році, при розробці проекту арочного моста через Неву довжиною 300 м.

У подальшому теоретичні основи моделювання розвивали і широко використовували у своїй діяльності відомі вчені: К. Е. Цюлковський, О. Ф. Можайський, М. С. Жуковський, Д. І. Менделєєв. Вони перед побудовою літаків усі розрахунки перевіряли на моделях, що досліджувалися в спеціально побудованих аеродинамічних трубах.

У другій половині XX ст. з'явилася значна кількість праць, у яких було досліджено метод моделювання в широкому плані з позицій діалектичного матеріалізму.

Технічне моделювання як метод пізнання об'єктивної дійсності

Виготовлення моделей (моделювання) можна розглядати як перший етап оволодіння учнями творчою діяльністю під час розроблення технічних об'єктів за власним задумом. Однак такого змісту моделювання не має безпосереднього відношення до моделювання як методу пізнання об'єктивної реальності – явищ, процесів, матеріальних об'єктів тощо. У цьому розумінні прийнято вживати ще такий термін «метод наукового пізнання».

У зв'язку з цим необхідно з'ясувати:

сутність моделювання як процесу (методу), яким забезпечується ефективність і надійність створюваного технічного об'єкта;

важливість технічного моделювання в процесі виробничого проектування нових технічних об'єктів тощо.

Ураховуючи зазначене, далі будемо вживати термін «метод моделювання».

Із давніх-давен люди використовували метод моделювання у своїй практичній діяльності.

Винахідники (І.І. Ползунов, І.П. Кулібін) на моделях перевіряли принципи дії, кінематичні характеристики, надійність своїх винаходів у галузі механіки та будівельної справи.

Великого значення набули моделі для отримання експериментальних даних і знань про політ апаратів (прообразів сучасних літаків), що важчі за повітря. Авіаконструктори (зокрема винахідник першого літака О.Ф. Можайський) апробували свої конструкції літаючих апаратів спочатку на невеликих моделях, а згодом переходили до випробовувань реальних апаратів.



Рис. 38 Літаки серії «Ан»

Літаючі моделі літаків на всіх етапах розвитку авіації відігравали надзвичайно важливу роль як незамінний засіб експериментального дослідження, шляхів розроблення все більш досконалої авіаційної техніки, оскільки отримані результати досліджень використовувалися потім у ході побудови більш досконалих літаків. Як приклад, на рис. 38 зображено низку літаків серії «Ан» від найпростіших (Ан-2) до сучасних конкурентоздатних лайнерів.

Переважаюча більшість сучасних учених відносять моделювання до найбільш важливих методів експериментального дослідження в науці й техніці, оскільки він збагачує знання про закони та процеси природи.

Нині моделювання досить широко використовується в різноманітних галузях науки, техніки, виробництва. Немає жодної галузі знань, де не мало б місце моделювання.

Сутність моделювання вчений Л. У. Сєдов визначає так:

«Моделювання – це заміна вивчення явища (об’єкта, процесу), що нас цікавить у природі, вивченням аналогічного явища на моделі меншого чи більшого масштабу... Основний сенс моделювання полягає в тому, щоб за результатами дослідів із моделями можна було дати необхідну відповідь про характер процесів чи параметрів, які стосуються явища (об’єкта) у натуральних умовах.

Останнім часом у різних галузях виробництва (машинобудування, будівництво, архітектура) широкого поширення набув модельно-макетний метод проектування. Розглянемо особливості розробки нових технічних об’єктів: машин, механізмів, пристроїв за модельно-макетним методом проектування.

Наприклад, конструктором розроблено ескізний варіант нового технічного об’єкта (ескізний проект). Однак ескіз не дає повного уявлення про майбутній пристрій. Значну допомогу у візуалізації, уяочненні проектної розробки може надати створення макета об’єкта в певному масштабі чи в натуральну величину. Об’ємний реальний макет (модель) дасть змогу чітко уявити форму об’єкта проектування, його пропорції, оцінити функціональні, технічні та естетичні якості, виявити допущені раніше помилки, слабкі місця машини. Крім того, під час експериментальних досліджень моделей роблять розрахунки на міцність, жорсткість, зносостійкість, проводять теплові та динамічні розрахунки.

Усе це та зазначене вище використовується в процесі конструювання нового технічного об’єкта. Процес конструювання, з використанням результатів дослідження моделей, може здійснюватися на різних етапах створення пристрою: у процесі формування задуму, розробки ескізного проекту (коли відбувається уточнення попередніх і кінцевих ескізних розробок), розробки технічного проекту.

На основі розглянутого вище можна сформулювати визначення поняття «модель».

Модель – це мислено уявлювана або матеріально реалізована система, яка, відтворюючи реальний об’єкт, здатна замінювати його так, що її експериментальне дослідження дає нам нову інформацію про реальний досліджуваний об’єкт. При цьому моделлю (тобто системою, як сказано у визначенні) можуть бути: будь-який об’єкт, пристрій, явище, процес, певний спосіб, мислений образ, із допомогою яких вивчається щось інше.

Таким чином, для процесу моделювання характерні такі три операції:

побудова моделі;

її експериментальне дослідження;

перенесення результатів, отриманих з допомогою моделі, на реальний об’єкт.

Моделювання – це метод дослідження складних технічних об’єктів чи процесів на їх моделях однакової чи різної фізичної природи шляхом проведення експерименту й опрацювання отриманих результатів.

Якщо результати досліджень використовуються для доопрацювання ескізного варіанта проєктованого пристрою, то можна сказати, що модель використовується для дослідження та проєктування ще не існуючих (матеріально) машин, приладів, споруд тощо. Наприклад, перед створенням потужних гідроелектростанцій на спеціальних руслах спочатку будувалися та досліджувалися їх моделі. Перед виготовленням технічних пристроїв і нових літаючих апаратів спочатку досліджуються їх моделі. Зокрема моделі літаків досліджувались у спеціальних пристроях – аеродинамічних трубах.

Однак моделі використовують і в тому разі, коли об’єкт існує реально, але його безпосереднє вивчення неможливе або ж пов’язане зі значними труднощами, витратами часу, або це дослідження є досить затратним. Наприклад, ученими створено автоматичний пристрій «Фотостат», що дає змогу моделювати умови життя на інших планетах, фізичні властивості яких близькі до Землі. За допомогою такого пристрою досліджувалися різноманітні явища,

що відбуваються на планетах. Його головною частиною є велика вакуумна камера.

Отже, можна зробити висновок, що модель є своєрідним посередником між людиною та досліджуванним об'єктом.

Подекуди використання моделей пов'язане з абстрагуванням. З'ясуємо сутність цього поняття, яке має дуже велике значення для наукових досліджень, розроблення попередніх, ідеальних образів створюваних об'єктів. Зазначимо, перш за все, що абстрагування є однією з важливих розумових операцій людини (поряд із аналізом, синтезом, порівнянням, узагальненням, класифікацією тощо). У низці випадків створення моделей (для їх практичного використання) приймається, що вони повинні містити в собі найважливіші, найістотніші риси чи параметри досліджуваного об'єкта. Від усього другорядного в цій моделі відмежовуються або ж абстрагуються.

Абстрагування – це відмежовування від другорядних параметрів, властивостей тощо і зосередження уваги на головних. У такому разі модель певною мірою є ідеалізацією дійсності, її спрощенням.

Такі моделі називають ідеальними моделями та відносять до класу образних (мислених, уявних). Детальніше класифікацію моделей буде розглянуто нижче.

IV § 4

Загальна класифікація моделей та їх характеристика. Способи і типи моделювання

Оскільки розроблення та виготовлення технічних моделей є важливою складовою творчої технічної діяльності учнів, розглянемо це питання детальніше. Як зазначалося, технічні моделі поділяються на групи: просторово і фізично подібні моделі та математичні.

1. Просторово подібні моделі

Просторово подібні моделі – це моделі, які характеризуються геометричною подібністю стосовно об'єкта, що вивчається. Здебільшого вони використовуються з метою демонстрації форми, принципу дії, взаємного розташування частин, процесу збирання та розбирання, компоновки об'єкта. Характерною особливістю просторово подібної моделі є те, що матеріал, з якого вона зроблена, не має значення та визначається зручністю виготовлення та зберігання. Така модель відображує прототип не у всій багатогранності його властивостей, а лише в межах чисто геометричної подібності. Саме в цьому проявляється певна обмеженість цих моделей. Ці моделі є настільними, їх ще називають стендовими. Як правило, це моделі-копії.



Рис. 39 Модель будинку

Ці моделі в навчальному процесі використовують у двох напрямках: моделі, як результат технічної творчості учнів. Технічна творчість самих дітей. Це виражається в проектуванні та конструюванні моделей об'єктів: космічні кораблі, надводні кораблі, будинки (рис. 39), різні споруди, автомобілі;

геометрично подібні моделі широко використовуються в навчанні учнів. З багатьма машинами, пристроями, засобами виробництва школярі знайомляться на плакатах, кресленнях, з книжок, що не дає можливості досить чітко уявити їх внутрішню чи просторову будову.

Розбірні геометрично подібні моделі є досить важливими в таких випадках: моделі верстата чи трактора, доменної печі (рис. 40), двигуна автомобіля тощо.



Рис. 40. Модель газової печі, 1894 р.

Ці навчальні моделі прийнято називати моделями-схемами (схематичні – тобто такі, що не мають другорядних деталей, які не стосуються суті справи).

2. Фізично подібні моделі

Фізично подібні моделі – це такі моделі, в основі яких лежить фізична подібність до об'єкта.



Рис. 40. Фізична модель

Ці моделі мають з об'єктом однакову фізичну природу та повну відповідність законів руху.



Рис. 41. Фізична модель для дослідження руху в греблі

У разі використання фізично подібних моделей рух рідини моделюється тільки рухом рідини, політ літака – польотом його моделей, струм – струмом і т. д. (рис. 40 та 41).

У техніці вони мають дуже велике значення. Їх створено з метою відтворення динаміки дослідження процесів (рух води в греблі), різного типу закономірних зв'язків, для дослідження різноманітних параметрів певних систем і явищ.

Моделі, що відрізняються від досліджуваного об'єкта швидкістю перебігу відповідних процесів, називаються часовими фізичними моделями. На цих моделях досліджують процеси, які змінюються тільки в часі.

Часові фізичні моделі широко використовуються в навчальному процесі. Варто зазначити, що деякі явища та процеси в певних галузях науки та техніки досліджуються протягом кількох років.



Рис. 42 Навчальний відеопосібник

Однак можна створити такі модельні умови, за яких досліджуваний час різко скорочується. На цій основі створюється відповідний навчальний відеопосібник (рис. 42). З його допомогою учні ознайомлюються з певним процесом за лічені хвилини. З цією метою, зокрема, використовують сповільнену зйомку процесу. Напевно, усім доводилося бачити процес розквітання, ріст рослин тощо. Це і є часова фізична модель. Ефект від цього просто чудовий.

3. Математичні моделі

Математичними називають такі моделі, які відрізняються від об'єкта геометрично та фізично природою, а відношення між ними виражаються аналогією.

Вище зазначалося, що існує три типи математичних моделей.

1) Аналогові моделі

У свою чергу, аналогових моделей існує 2 типи: моделі прямої аналогії та моделі непрямої аналогії.

Аналогові моделі прямої аналогії

Ці моделі широко використовують у наукових дослідженнях і техніці у вигляді прямої аналогії між механічними, електричними й тепловими процесами.

Наприклад, кулька, підважена на пружині (пружинний маятник), може бути моделлю електричного коливального контуру, що складається з індуктивності, ємності та активного опору. Розглянемо по черзі ці складові.

Зміщення x тягара відносно положення рівноваги може бути виражене математичним диференціальним рівнянням:

$$x = x_m \cos \omega t.$$

Виявляється, що коливання заряду на конденсаторі (від max до min) буде виражатися аналогічним математичним рівнянням: $g = g_m \cos \omega t$.

Таким чином, процеси, які відбуваються в обох випадках, описувалися однаковими математичними рівняннями. Тому кажуть, що такі процеси відбуваються аналогічно. Причому аналогія тут пряма: коливання і в першому, і в другому випадку (але вони різної фізичної природи – механічні й електричні).

Як бачимо, між математичною моделлю й оригіналом немає ні зовнішньої, ні фізичної подібності, однак модель відображає внутрішні процеси (закономірності) того явища, яке моделюється.

Згадаємо тепер визначається та проаналізуємо його.

Чому ці моделі називаються математичними? Математичними моделі називаються тому, що в цьому випадку явища чи процеси, які відбуваються в об'єкті та моделі, описуються математичними рівняннями.

Математична модель останнім часом інтенсивно розвивається і має досить широке практичне використання, зокрема, у навчальному процесі. Наприклад, для забезпечення наочності перебігу відповідних явищ.

Аналогові моделі непрямої аналогії

Прикладом є ЕОМ. Існують аналогові машини (неперервної дії) і цифрові (дискретної дії). Розглянемо перші.

Принцип роботи аналогових машин ґрунтується на тому, що кожному миттєвому значенню вихідної величини (підрахованої) ставиться у відповідність значення іншої величини, яка відрізняється од вихідної природою і масштабним коефіцієнтом. Найчастіше вихідні величини моделюють струмами, напругами, відрізками та іншими фізичними величинами.

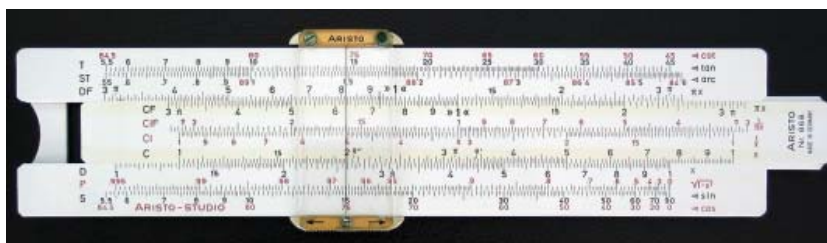


Рис. 43. Логарифмічна лінійка

Прикладом простої аналогової машини може бути звичайна логарифмічна лінійка, де числа моделюють відрізками (рис. 43). Кожному відрізкові, зображеному на корпусі або движку лінійки, відповідає певне число. Що це дає?

Позитивною якістю аналогових машин є те, що процес розв'язування задачі відбувається дуже швидко, за соті або тисячні частки секунди, тобто практично миттєво.

Тому аналогові обчислювальні машини широко використовуються в системах автоматичного регулювання, для конструювання систем спостереження, управління рухом літаків і його стабілізації тощо. Зверніть увагу, що це не просто математичні підрахунки, а розв'язок поставленої задачі!

Робота цифрових обчислювальних машин зводиться безпосередньо до операцій над числами. Цифри в цих машинах моделюються за допомогою елементів над числами, що можуть набувати ряд станів. Кожний стан такого елемента строго відповідає певній цифрі. Ці машини дають можливість виконувати обчислення з досить високою точністю та швидкістю.



Рис. 44 Електронні цифрові машини

Електронні цифрові машини – це триумф математичного моделювання, яке вже перестає бути тільки математичним і перетворюється на універсальне інформаційне моделювання (рис. 44).

2) Функціонально подібні моделі

Функціонально подібною називається така модель, яка імітує собою спосіб поведінки об'єкта.

Останнім часом з'явилося багато автоматичних електронних пристроїв, що копіюють елементи поведінки живих організмів. Наприклад, робилися різноманітні спроби змоделювати з допомогою електронних засобів деякі нервові та психічні функції живих організмів, процеси мислення тощо.

Моделювання процесів мислення ґрунтується на використанні сучасної кібернетики. Це дає можливість створити основу для автоматизації багатьох видів розумової діяльності людини.

Кібернетика – це наука про загальні закономірності процесів керування та передачі інформації в машинах, живих організмах і суспільстві. У такому разі маємо справу з кібернетичними методами.

Кібернетичними називаються такі моделі, з допомогою яких здійснюється моделювання процесів мислення людини із застосуванням сучасної кібернетики.

Фізичне і математичне моделювання деякі автори відносять до так званого техніко-експериментального моделювання, що свідчить про ефективне використання цих видів моделювання в науково-технічних і експериментальних дослідженнях.

У творчості школярів функціонально-подібні моделі мають місце при конструюванні пристроїв, що імітують спосіб переміщення чи поведінки живих істот. Часто їх форму наближають до форми тварин, комах і навіть людини.

Ідеться про різноманітні електромеханічні та електронні саморухомі «черепахи», «гусениці», «жуки», «роботи», які здатні реагувати на звук, світло (рис. 45).

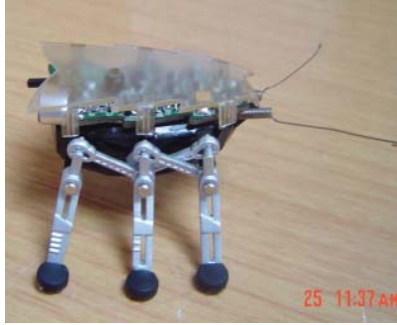


Рис. 45 Приклад функціонально подібної моделі

Сюди ж можна віднести й пристрої, які моделюють органи зору, слуху, моделювання звуку.

Зрозуміло, що всі ці пристрої не мають із прототипом (об'єктом) однакової фізичної природи, хоча й мають деяку зовнішню (геометричну) схожість. Відношення між моделлю і об'єктом є відношення аналогії. Ця аналогія може бути структурною чи функціональною.

Якщо проаналізувати можливості математичних і фізичних моделей, то перші мають багато переваг.

1. На одній і тій самій математичній моделі можна розв'язувати багато задач, натомість при фізичному моделюванні для кожної задачі треба будувати окрему модель.

2. У математичних моделях зміна параметрів системи, що моделюється, не спричиняє значних змін самої моделі.

3. Порівняно з фізичними математичні моделі значно простіші та дешевші.

4. У цілому метод математичного моделювання більш універсальний, ніж фізичного.

Класифікація способів і типів моделювання

I. Існує пряме моделювання та метод аналогії.

1. Пряме моделювання ґрунтується на заміщенні фізичного процесу, що вивчається, подібним йому процесом тієї ж фізичної природи. Застосовується воно при вивченні порівняно простих систем: механічних, гідравлічних, теплових, руху однофазових середовищ чи руху тіл у них. Наприклад, усі великі гідроелектростанції (Братська, Саяно-Шушенська) в ході проектування спочатку досліджувались у спеціальних руслах на моделях. Тут мають місце фізично-подібні моделі.

2. Метод аналогії застосовується в складних системах: електричних, живих організмах, у виробничих і технологічних процесах. Цей метод ґрунтується на заміщенні фізичних, психологічних та інших процесів подібними їм процесами, але іншої фізичної природи. Тут ідеться про аналогові моделі, пряму аналогію. Наприклад, рух рідини – струмом; рух рідини в піску – теплопередачею, хвильовий рух – рухом кульок хвильової машини тощо.

II. На практиці існує три типи моделювання: повне, неповне та наближене.

1. При повному моделюванні процеси, що відбуваються в об'єкті та моделі, повністю подібні до змін у часі та просторі.

При неповному – ці процеси можуть дещо відрізнитись; у разі наближеного моделювання між деякими параметрами (системи чи режимів) подібності не існує (подібність часткова).

Класифікація спортивно-технічних моделей

Спортивні моделі можуть бути кордовими (авіа) (рис. 46), тросовими (стендовими), з дистанційним керуванням (як правило, радіокеровані) і моделі, що вільно переміщуються. До технічних моделей також відносять стендові моделі.

При виготовленні спортивних моделей, крім зовнішньої їх схожості з об'єктом, прагнуть до того, щоб вони розвивали максимальну швидкість, переміщувалися на більшу відстань тощо. Саме в цьому полягає суть спортивних моделей, адже вони призначені для участі у змаганнях.



Рис. 46 Спортивна модель літака

До технічних моделей належать також тренажери. У них поєднуються елементи моделювання з елементами реальної техніки (прилади, механізми тощо). Тренажери застосовують для формування навичок керування різними машинами.

IV § 5

Регулювання та випробування моделей. Випробовування моделей як одне із завдань навчання учнів технологій

Важливим моментом при виготовленні моделей є забезпечення їх стійкості під час руху. Найбільш складним це є для авіамоделей і моделей суден.

Розглянемо основні види похибок при русі авіа- та судномоделей:

а) авіамоделі: «завал» на крило, різкий підйом угору (кабрірування), різкий спуск униз (пікірування) тощо;

б) моделі суден: відхилення від курсу, нахил на правий чи лівий борт (крен), неоднакове занурення у воду носової та кормової частини судна (відносно ватерлінії) (диферент на ніс чи на корму) тощо.

Важливими умовами стійкості під час руху будь-якої моделі є такі:

- 1) модель повинна бути жорстко симетрична відносно осі, що проходить через її центр;
- 2) центр ваги повинен знаходитися в точно визначеному місці. З цією метою проводять регулювання моделей.

Регулювання авіамоделі

Існує поняття поздовжньої стійкості моделі та поперечної.

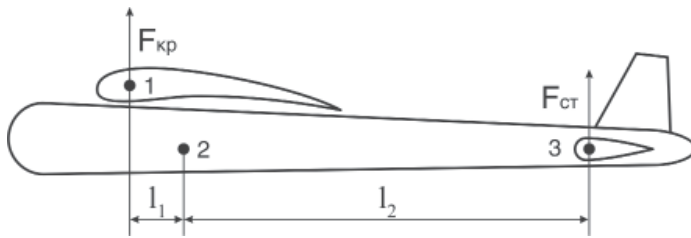


Рис. 47 Схема літака

Розглянемо поздовжню стійкість. Модель із нанесенням на неї важливих точок і параметрів демонструє схематичний рис. 47, де:

1. Точка – точка прикладання піднімальної сили крила (центр ваги крила);
- 2 – центр ваги моделі (ЦВМ);
- $F_{кр}$ – піднімальна сила крила;
- $F_{ст}$ – піднімальна сила стабілізатора;
- 3 – точка прикладання піднімальної сили стабілізатора.

Якщо в ЦВМ розмістити вісь координат (x), то навколо неї модель може здійснювати вільні обертальні рухи. Крило дає 95% піднімальної сили несучої поверхні (обидві частини перебувають у рівновазі).

Неспівпадання точок 1 і 2 зумовлює появу моменту підймальних сил, тобто моменту крила $M_{кр} = F_{кр} * l_1$.

Подібно для стабілізатора $M_{ст} = F_{ст} * l_2$.

Якщо $M_{кр} = M_{ст}$, то політ моделі є стійким. Якщо її пустити (з висоти зросту людини під нахилом до землі 5–10°), то вона летить по прямій, але нахилений під певним кутом до землі лінії.

При $M_{кр} > M_{ст}$ модель спочатку летить прямо, потім ніс різко задирається вгору і завалюється на крило.

Для усунення цього необхідно зменшити $M_{кр}$ (або збільшити $M_{ст}$, але краще перше). Є три способи:

- а) зменшити установочний кут крила;
- б) зменшити l_1 , пересунувши крило до т. 2 (усе подібно до стабілізації);
- в) якщо крила жорстко закріплені, то регулювати модель можна і збільшенням маси носової частини. При цьому має місце певне зміщення центра ваги моделі, тобто зменшення l_1 , а отже, і $M_{кр}$.

При $M_{кр} < M_{ст}$ модель різко рухається вниз (пкірує). При цьому треба зробити все навпаки. Поперечної стійкості можна досягти за умови, якщо модель:

- 1) є точно симетричною;
- 2) має V-подібне крило (може бути 1 чи 2).

Регулювання моделей суден

Основними причинами недоліків під час руху моделей суден є: відхилення від курсу, крен і диферент. Крен – це нахил на правий чи лівий борт. Диферент – неоднакове занурення у воду носової та кормової частин судна.

Зазначене може бути спричинене неспівпаданням:

- а) осі вала двигуна з діаметральною площиною корпусу;
- б) осі керма з нею.

Діаметральна площина – це площина, яка проходить вздовж корпусу судна посередині його ширини і є вертикальною площиною симетрії.

Крен і диферент усуваються шляхом проведення операцій кренування та диферентування.

Розглянемо фізико-технічну суть кренування. Поперечний переріз судна і можливе розташування основних точок судна відносно діаметральної площини зображено на рис. 48, де:

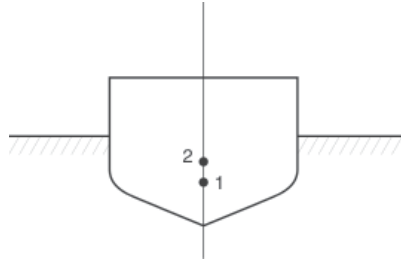


Рис. 48 Основні точки судна

1 – центр виштовхування підводної частини судна (у ній знаходиться рівнодійна сил виштовхування);

2 – центр ваги судна.

Як видно з рисунка, точки 1 і 2 не співпадають, при цьому можливі два варіанти.

Варіант 1. Якщо судно симетричне відносно діаметральної площини, точки 1 і 2 лежать на ній (саме цей варіант зображено на малюнку), а тому сили $F_{вг}$ і $F_{в}$ діють уздовж однієї прямої.

При цьому обертання моменту не виникає і судно крену не має.

Варіант 2. Нехай, наприклад, маса правої частини судна є більшою. Тоді точка 2 буде зміщуватися вправо. Присутні сили будуть діяти вже не вздовж однієї прямої. Виникає плече l сил, а отже, з'явиться момент сили, який і нахилить судно. Таким чином, матимемо крен на правий борт.

Як бачимо, суть операції кренування полягає в проведенні дій, що забезпечують розташування основних точок судна на діаметральній площині.

Суть диферентування (причини виникнення диферента) з'ясуємо, зобразивши схематично поздовжній переріз судна і розглянувши положення основних точок. Для цього введемо поняття «площина мідель-шпангоута» (оскільки саме на ній розташовано ці точки).

Площина мідель-шпангоута – це вертикальна поперечна площина, яка розтинає судно посередині його розрахункової довжини (рис. 49).

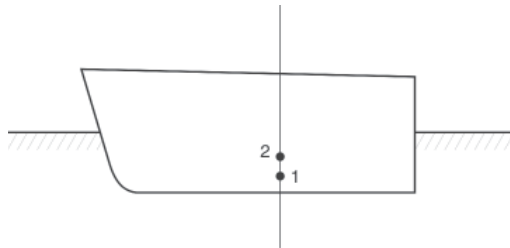


Рис. 49. Основні точки судна

За аналогією з розглянутим вище зазначимо, якщо точки 1 і 2 не лежать на площині мідель-шпангоута, то має місце диферент на ніс чи корму.

Кренування і диферентування досягається розташуванням на дні моделі тягарців (шматочків свинцю, які кріпляться до дна пластамином).

Відхилення від курсу усувається вигином рулів.

З точки зору завдань навчання учнів технологій важливим є процес випробовування моделей. Адже при цьому вдається показати учням використання закономірностей і явищ природи у практиці людської діяльності, пов'язати знання учнів з основ наук із їх практичною

роботою. Однак, як відомо, такий зв'язок не є самоціллю навчання технологій. Дидактичний зв'язок повинен органічно вплітатись у трудову діяльність учнів, яка в процесі технічного моделювання визначається відповідними етапами створення моделі. Тому орієнтуватися доводиться передусім на моделі, які є найбільш зручними для включення учнів у процеси створення креслень, розроблення технологічного процесу, виготовлення деталей моделі та їх складання. Подекуди випробовування моделі можна замінити контролем її точності. Це не зменшує навчальної цінності моделювання, якщо при цьому учні ознайомлюються з основами сучасного промислового виробництва. Тобто вирішальне значення має не об'єкт роботи, а завдання, які учні розв'язують у процесі його виготовлення.

IV § 6

Подібність у процесі технічного моделювання учнями

В основу сучасного технічного моделювання покладено теорію подібності. Слід зазначити, що вона може бути застосована лише в тому разі, якщо модель і натуральний об'єкт належать до однієї форми руху, зокрема – до механічного руху.

Академік Седов дає таке просте визначення подібності: «Два явища (об'єкти) подібні, якщо за заданими параметрами одного (p , t , V процесів) можна отримати характеристики іншого простим перерахунком».

Для здійснення такого перерахунку необхідно знати перехідні масштаби (коефіцієнти).

Розглянемо це питання для різних параметрів моделі та об'єкта. Говорячи про модель і об'єкт, перш за все розуміють їх геометричну подібність. Тому дуже важливо, щоб учні при ознайомленні з основами теорії подібності все добре і правильно зрозуміли.

Важливим поняттям теорії подібності є «масштаб моделі» – коефіцієнт подібності Kl . Для збереження подібності коефіцієнт Kl повинен бути однаковим для всіх частин судна.

1. Масштаб моделі – це відношення лінійних однотипних параметрів моделі й об'єкта:

$$Kl = \frac{l_1}{l}, \text{ де } llg = 1 \text{ м, а } lg = 10 \text{ м, } Kl = 0,1$$

ll та l лінійні розміри відповідно моделі й об'єкта (довжина судна).

При цьому особливо важливо, щоб масштаб Kl був одним і тим же в усьому просторі, де порівнюються обидва предмети чи явища.

2. Аналогічно вводимо силовий масштаб:

$$KF = \frac{F_1}{F}, \text{ де } Fl, F - \text{ сили, що діють на певні частини моделі й об'єкта.}$$

3. Якщо на моделях вивчався й рух, то вводиться масштаб часу:

$$Kt = \frac{t_1}{t}, \text{ де } t_1, t - \text{ час, за який здійснюється певна подія у моделі й об'єкта;}$$

Під подією розуміють, наприклад, один оберт гвинта судна, один оберт колеса автомобіля, проходження певних відрізків шляху тощо.

Не можна порівнювати час t_1 і t , необхідні для проходження певною точкою моделі й об'єкта деякого прямолінійного відрізка l (м).

Для збереження подібності потрібно брати й схожі відрізки: для об'єктів – l , а моделі $Kl^* l$.

$$\begin{aligned} \text{Є й інші масштаби: швидкостей } KV &= \frac{V_1}{V} \text{ та густин: } K\rho \\ &= \frac{\rho_1}{\rho}. \end{aligned}$$

Два параметри чи явища є подібними, якщо для всіх однотипних фізичних величин, які характеризують ці предмети, має місце однакове їх відношення.

При цьому для різних фізичних величин масштаб може бути різним: $Kl = 0,1$; $KF = 0,2$; $Kt = 1$.

Здебільшого в технічній творчості учнів подібність дотримується не для всіх величин. У такому разі подібність називають частковою.

Приклади: якщо зберігається постійність масштабів Kl і $K\rho$, то йдеться про масову подібність, якщо тільки масштаб Kl (модель і об'єкт виготовляються з різних матеріалів) – має місце геометрична подібність.

IV § 7

Технічне моделювання – початковий етап навчання учнів конструюванню

Ураховуючи матеріал підрозділу IV.1. можна прийняти, що всі три підходи до технічного моделювання, описані в пункті А, можуть мати місце у 5-7 класах, а в пункті Б – у 8-9 класах. Звичайно, чіткої межі тут бути не може. Головним залишається те, що творчий процес, процес проектування та конструювання виробу повинен бути присутній і в 5-6 класах у доцільній мірі складності.

Перш за все виділимо ті важливі завдання, які повинні вирішуватися в процесі навчання учнів технологій технічного моделювання:

1. Формування та розвиток проектно-конструкторських здібностей.
2. Засвоєння технологічних знань, формування відповідних умінь і навичок.
3. Закріплення та вдосконалення навичок обробки матеріалів.
4. Формування уявлення учнів про основи сучасного промислового виробництва.
5. Забезпечення розв'язування завдань політехнічного навчання учнів.

Зазначені завдання дають можливість сформулювати вимоги, якими слід керуватися, обираючи об'єкти моделювання учнями.

У процесі вибору моделей для виготовлення необхідно орієнтуватися передусім на такі моделі, що є найбільш зручними для залучення учнів до процесів проектування та конструювання, складання креслень, розроблення технологічного процесу, виготовлення деталей моделі, дотримання їх точності. При цьому завдання з конструювання моделі та розроблення технології її виготовлення повинні бути посильними, відповідати віковим особливостям учнів. Обов'язковим є також урахування їх рівня знань з основ наук. Зокрема, якщо в основу функціонування моделі покладено певні закономірності чи явища або ж вони моделюються, то школярів треба завчасно ознайомити з ними.

Учні повинні добре усвідомлювати, що технічне моделювання необхідно розглядати як спосіб навчитися проектувати, конструювати, читати та складати креслення, а також як процес ознайомлення з елементами професійних конструкторських і технологічних знань, застосування їх на практиці. Досить важливо, що при цьому створюються умови для розв'язання учнями завдань конструкторського, технологічного та організаційно-економічного змісту, а отже, для розвитку технічної творчості учнів у всіх трьох напрямках.

У процесі проектування та виготовлення моделі умови діяльності школярів повинні ускладнюватися поступово, в міру накопичення ними проектно-технологічних знань і вмінь. Так, місце установки проєктованих деталей може бути визначене вже відомими конструкціями інших деталей, що обмежують це місце. Якщо ж конструкції учням не відомі, то потрібно сконструювати вже вузол, тобто спроектувати одночасно дві-три деталі, що є складнішим завданням.

Багато конструкторських завдань виникає й у процесі збирання моделей. Спосіб їх вирішення – технологічний: підгонка деталей за місцем, зміна конструкцій, доконструювання, змашення місць, що труться, визначення порядку збирання, способів з'єднання та характеру випробування. Тому на збирання і регулювання моделі вчитель повинен виділити достатньо часу.

Допомога вчителя у творчій діяльності учнів повинна поступово зменшуватися, а їх самостійність у розв'язанні технічних завдань, що виникають у процесі моделювання, зростати.

За рівнем розвитку творчих здібностей учнів у загальному процесі створення технічних моделей можна виділити 4 етапи. До них можна віднести розроблення моделей за: а) вичерпною технічною документацією; б) скороченою технічною документацією; в) технічним завданням; г) власним задумом.

На першому етапі учні отримують вихідні дані, потрібні для виконання завдання. Проте це не означає, що відсутні умови для їх суб'єктивної творчості. Навіть за наявності креслення, технічних умов на модель і технологічної картки доводиться проявляти певну самостійність. Учні повинні розібратися в технічній документації, прочитати креслення, вивчити технологію. Вони самостійно вирішують такі питання, як раціональний вибір заготовки відповідно до креслень, вибір способу її закріплення тощо.

На другому етапі учні отримують не всі дані, потрібні для виконання завдання. Деякі з них необхідно знайти самостійно, користуючись довідковою літературою, проявляючи творче ставлення до розроблення конструкції виробу, складання технології його виготовлення тощо.

Тобто, щоб знайти дані, яких не вистачає у завданні, учням необхідно проявити певні знання з креслення, конструювання та технології. Технічну документацію при цьому розробляють із таким розрахунком, щоб учням доводилося розв'язувати поступово дедалі складніші конструкторські задачі. У скороченій технічній документації рекомендується також передбачати одночасно завдання на читання та складання креслень, конструювання та розроблення технологічного процесу.

Особливістю третього та четвертого етапів є самостійна творча діяльність учнів на основі їхнього уявлення або технічного завдання на створення технічного об'єкта.

Учитель уважно стежить за своєчасним переведенням школярів від діяльності в одних умовах до іншої, враховуючи успіхи кожного. Тим більше, що деякі школярі займаються моделюванням у гуртках, захоплюються конструюванням і виготовленням різних технічних пристроїв.

Слід зазначити, що в процесі моделювання важко застосовувати фронтальну форму організації занять, оскільки велика кількість однакових моделей не знаходить практичного застосування в умовах школи. Зокрема моделі для кабінету фізики і математики, прилади та пристрої для кабінетів хімії тощо потрібні у невеликих кількостях. Тим більше, що для моделювання необхідні різноманітні матеріали, включаючи пластинки з деревини та пластмаси.

Отже, процес моделювання включає в себе навчання учнів читати та складати креслення (елементи графічних знань і вмінь), ознайомлення з елементами конструкторських і технологічних знань. Усі три галузі технічних знань тісно переплітаються й використовуються в процесі моделювання в органічному комплексі.

Ознайомлення учнів з елементами графічних знань і вмінь є важливим для того, щоб навчити їх читати і складати креслення.

Зазначимо, що вміння складати креслення школярі набувають у результаті окремої цілеспрямованої роботи вчителя. Крім того, ці завдання розділені в часі. Так, потреба читати креслення виникає з перших занять, коли учням необхідно уявити зовнішній вигляд, форму та розміри виробу, а складати креслення вони починають дещо пізніше.

Таким чином, ознайомлення з елементами графічних знань необхідно починати з оволодіння учнями вміннями читати креслення. У процесі моделювання застосовується така

технічна документація, як технічні рисунки, ескізи та робочі креслення. Діяльність школярів повинна розпочинатися з технічного рисунка, оскільки можна використовувати знання з малювання, що полегшує виконання графічного зображення виробу.

Зацікавленість учнів у вирішенні творчих завдань значно зростає, якщо вони самостійно складають креслення, а потім використовують їх у процесі моделювання. Досвід показує, що школярі відчують певні труднощі, пов'язані не стільки з недостатністю графічних знань і вмінь, скільки з їх недостатністю в галузі конструювання. Тобто процес навчання складанню креслень перебуває в дидактичній залежності від процесу навчання учнів проектуванню виробів.

Ураховуючи зазначене вище, можна виділити основні етапи процесу технічного моделювання:

- 1) аналіз проблемної ситуації, постановка проблеми та проектування виробу, який буде рішенням проблемної ситуації;
- 2) аналіз механічних, фізичних, хімічних та інших процесів і законів, що лежать в основі функціонування проектного об'єкта;
- 3) знаходження аналогів виробу, опрацювання загальнотехнічної та довідкової літератури для вибору найкращого варіанта проектування виробу;
- 4) проектування кількох ескізних варіантів виробу і вибір найраціональнішого з них;
- 5) конструювання технічного об'єкта;
- 6) розроблення технології виготовлення виробу;
- 7) виготовлення та регулювання окремих деталей, вузлів і виробу в цілому;
- 8) дослідна перевірка функціонування виробу, виявлення недоліків і їх усунення;
- 9) доопрацювання технічного об'єкта;
- 10) коригування технічної документації на виготовлення виробу.

V § 1

Особливості творчої технічної діяльності учнів основної школи у процесі створення моделей і реальних виробів (у т.ч. в контексті допрофільної підготовки)

У цьому підрозділі зупинимося лише на уточненні деяких аспектів творчої технічної діяльності учнів 5-9 класів.

Розмежування етапів і особливостей технічної творчості за розділами IV і V є умовним і пояснюється певною специфікою підходів до навчання учнів 5-7 і 8-9 класів проектуванню, конструюванню та виготовленню технічних моделей чи виробів практичного застосування. Пояснюється це тим, що проектування та виготовлення технічних моделей і реальних виробів здійснюється у процесі схожих за змістом етапів творчої діяльності учнів.

Ураховуючи зазначене у підпунктах 1 і 2 розділу V, зупинимося на деяких особливостях проектно-технологічної діяльності школярів і створенні технічних об'єктів з урахуванням завдань допрофільної підготовки учнів 8-9 класів.

V § 2

Проблеми впровадження ефективної методики проектно-технологічної діяльності учнів

Як відомо, за традиційною методикою, усе робить учитель: пояснює, дає конкретну інструкцію до виконання певних завдань, демонструє необхідні прийоми, а учень здебільшого лише повторює. Натомість, державний стандарт базової та повної середньої освіти особливого значення в навчально-виховному процесі сучасної школи надає проектній діяльності учнів як основі формування творчої особистості. Саме тому метою проектно-технологічної діяльності школярів на уроках трудової підготовки повинно бути формування у них проектно-технологічних знань і вмінь, розвиток творчих здібностей і самостійної творчої активності в процесі розроблення проекту певного виробу за умови реалізації особистого конструкторського задуму з елементами новизни. При цьому здебільшого під поняттям «нове» слід розуміти суб'єктивну новизну створеного учнями.

Наразі проектно-технологічна діяльність школярів не набула широкого впровадження в навчальний процес. У більшості шкіл така учнівська діяльність лише розпочинається. Це пояснюється браком часу на уроках, слабкою матеріальною базою школи, недостатньою обізнаністю вчителів з проектно-технологічною діяльністю учнів та її організацією тощо. Тому особливого значення набувають форми та способи організації, проведення проектно-технологічної діяльності школярів на уроках трудової підготовки, які застосовуватиме вчитель на початку такої діяльності та в подальшому навчанні.

Основні положення проектно-технологічної діяльності учнів на уроках трудового навчання викладено в літературі [2-7]. У зв'язку з тим, що у змісті підручників з трудового навчання

для 5-9 класів прийнято проектно-технологічний підхід, автори наукових досліджень [2-7] провели важливу роботу, із якою учителям технології варто ознайомитися.

При цьому зазначимо, що основним завданням учителя технології в процесі проектно-технологічної діяльності учнів є не репродуктивне дотримання стадій та етапів цієї діяльності, а формування елементів технологічної культури, розвиток здатності до генерації ідей, аналізу, самостійного прийняття рішення, формулювання й обстоювання своїх думок, позиції, взаємодії та ведення діалогу в процесі розв'язання спільних завдань. Усе це визначатиме творчу особистість.

Проектна методика – безперечно передова технологія, яка має великі резерви для інтелектуального та розумового розвитку дітей. Саме тому державний стандарт базової та повної середньої освіти особливого значення в навчально-виховному процесі сучасної школи надає проектній діяльності учнів як основі їх творчої діяльності.

Досягнення мети проектно-технологічної діяльності здійснюватиметься ефективно лише в разі вдалого вибору вчителем педагогічних методів, форм і прийомів роботи з учнями, а також творчих технічних завдань, дібраних учнями самостійно за допомогою вчителя.

Загалом метод проектів орієнтований на самостійну діяльність учня – опрацювати проблему та запропонувати варіанти її вирішення. Ці вміння зобов'язаний сформувати в учнів учитель у процесі проектно-технологічної діяльності. Такий підхід до навчання вважається новим, хоча метод проектів відомий уже 80 років. Таким чином, одним із завдань проектно-технологічної діяльності учнів є формування у них навичок до самостійної творчої праці. При цьому передбачається, що вони повинні бути охоплені переважно індивідуальною роботою, самостійним розробленням проекту певного виробу.

Безумовно, проектне навчання можна розглядати як одну з найбільш перспективних, цікавих і важливих методик, що дає змогу навчити учнів самостійно мислити, розвивати творчі здібності, усвідомлювати себе творцем під час виконання проекту тощо. Однак цього можна досягти лише за вмілого використання вказаної методики.

Уже на початку проектно-технологічної діяльності з допомогою вчителя учні повинні оволодіти досить важливими розумово-логічними операціями (діями, уміннями), які визначені в роботах учених [2-7] і доповнені та розширені нами, а саме: знаходити й аналізувати конкретну проблемну ситуацію зі свого життя, добре усвідомлювати її; чітко ставити перед собою завдання, висувати ідеї, гіпотези для його вирішення шляхом створення конкретного виробу; обґрунтовувати значущість і необхідність цього виробу для себе, близьких чи суспільства; на основі пошукової діяльності самому вміти розробляти кілька варіантів конструкції майбутнього виробу, аналізувати їх; обирати чи розробляти найоптимальніший варіант; вміти працювати з різноманітною літературою, генерувати ідеї, у тому числі й оригінальні, аналізувати та синтезувати їх, у ході розроблення конструкції виробу вміти застосовувати творчу уяву, фантазію; використовувати в процесі конструювання такі методи, як дослідницький, фантазування, моделювання; у процесі розроблення конструкції виробу передбачати необхідні матеріали для виготовлення та прогнозувати їх витрати; вміти аналізувати варіанти запропонованих конструкцій виробу іншими учнями та обирати кращий або ж створювати оптимальний варіант конструкції на основі кількох наявних, свідомо застосовуючи метод комбінування, та чітко усвідомлювати значущість і необхідність саме такої конструкції; у процесі розроблення кінцевого варіанта конструкції враховувати головні вимоги до виробу: функціональність (повністю відповідає призначенню), економічність, естетичність.

Ці вміння та здібності необхідно сформувати в учнів під час проектно-технологічної діяльності першочергово, оскільки вони є новими і водночас найважливішими в процесі проектування виробу, а також основою методу проектів. Усе це є важливою складовою процесу розроблення проекту виробу, оскільки наявність таких умінь, навичок і здібностей найбільш-

ше впливає на розвиток творчого мислення, загальних творчих здібностей, дає можливість усвідомити себе творцем, максимально наближає школяра до реального життя.

У навчально-методичній літературі [2-7; 8] процес створення проекту виробу поділено на 4 етапи: організаційно-підготовчий, конструкторський, технологічний і заключний. До того ж логічні операції, дії та вміння учнів, згадані вище, належать до першого етапу, що наразі, на нашу думку, потребує певного уточнення, принаймні при навчанні проектуванню школярів різних вікових категорій, наприклад, 5 і 9 класів.

Недоцільно та нелогічно важливий етап (ідеться про перший) проектно-технологічної діяльності учнів називати «організаційно-підготовчим». Традиційно поняття «організаційний» і «підготовчий» часто сприймаються учнями як не особливо важливе, а іноді й другорядне. При такому визначенні етапів та їх змісту діти вже на початку засвоєння проектно-методики налаштовуються на недостатньо серйозне ставлення до важливого та цікавого, що в подальшому матиме негативні наслідки.

Певного коригування потребує і другий (конструкторський) етап. У допитливих учнів, зокрема, може виникнути правильне та логічне запитання: «Розроблення конструкцій виробу, їх аналіз і створення кінцевого (найбільш оптимального) варіанта конструкції – це конструювання виробу чи ні?»

Вважається, що конструювання, у прямому значенні слова, – це створення принципово нового. Треба зважати, що частина учнів бере участь у роботі гуртків з технічної творчості, де їх навчають конструювати різноманітні вироби, пристрої, складні технічні об'єкти. Значна кількість наукових робіт (у тому числі й дисертаційних), підручників [9] присвячена саме конструюванню об'єктів. Тож для учнів-гуртківців і багатьох інших допитливих може бути незрозумілим зміст конструкторського етапу (другого за рахунком), а саме: складання ескізу, добір матеріалів, вибір інструментів та обладнання, вибір технології обробки деталей, організація робочого місця тощо [4]. Це формуватиме викривлене уявлення про роботу конструктора. Оскільки у підручнику «Трудове навчання, 6 кл.» [10] в параграфі «Процес проектування виробів промислового виробництва» розглядається послідовність (етапи) конструювання в проектуванні виробів, неважко помітити, що зміст конструкторського етапу [3-6], не схожий на зміст етапів професійного конструювання в найважливіших питаннях: вибір проблемної сфери; розробка технічного завдання, конструкції виробу та варіантів конструкції (компонування); створення кінцевої конструкції (комбінування) тощо. Це досить важливий і цікавий матеріал, адже вже учні молодших класів повинні знати реальне виробництво, роботу спеціаліста – конструктора. Створення кінцевої конструкції (комбінування) згідно з окремими авторами [4-5] є предметом розгляду першого організаційно-підготовчого етапу.

Ураховуючи це, можна запропонувати весь процес розроблення (створення) проекту виробу розділити на три етапи: проектувальний, технологічний і заключний. При цьому до першого віднести всі логічні операції (дії, уміння), про які йшлося, і операції етапу конструювання [3-6], крім організації робочого місця. Тобто проектувальний етап можна розглядати як такий, що складається з 2-х підетапів: власне проектування виробу та його конструювання. Такий підхід до розгляду етапів проектно-технологічної діяльності учнів є логічним, не пов'язаним із певними протиріччями в навчанні школярів, і, головне, максимально наближає їх до реального життя – виробничих умов, праці конструктора тощо. Крім того, такий підхід відповідає навчальному матеріалу підручника [10].

Аби уникнути певної нелогічності в навчальному процесі, учителям можна порекомендувати таке.

У навчанні, як відомо, необхідно дотримуватись одного з важливих принципів дидактики – принципу доступності, посиленості запропонованих учневі знань. Молодші школярі (зокрема 5 кл.) мають ще не достатньо розвинене мислення: їм не під силу такі розумові

операції, як абстрагування, узагальнення, аналіз, синтез. Саме тому вони не завжди розуміють суть проектно-технологічної діяльності, необхідність розроблення творчого проекту, отже, не варто ускладнювати зміст етапів проектування чи використовувати ще не зрозумілі п'ятикласникам наукові назви. Для них виправдано введення чотирьох етапів проектно-технологічної діяльності із запропонованими в літературі для них назвами і змістом [2-6; 8], як початковий, спрощений варіант. Однак для старших учнів, необхідно зробити відповідні корективи, своєрідний перехід до більш прийнятних назв і змісту етапів, що повністю відповідали б промислому виробництву виробів. Учитель повинен вміло перейти до створення проектів виробів із використанням 3-х етапів: проектувального, технологічного та заключного. Він має повідомити учням, що в молодших класах для спрощення, полегшення розуміння та засвоєння процесу проектування виробів він розглядався як 4-етапний. Після розгляду 3-х етапів і відповідних пояснень варто зазначити, що на проектувальному етапі одночасно розглядатиметься й конструювання виробу, оскільки воно є складовою більш загального процесу – проектування виробу. Учням доцільно пояснити також, у чому полягає відмінність між проектуванням і конструюванням виробу.

Учитель узагальнено пояснює, що професійне проектування – це розроблення загальної конструкції виробу.

Технічне конструювання – це частина процесу створення певного технічного об'єкта, що полягає в конкретній розробці його конструкції: складання робочих креслень окремих вузлів і деталей, розроблення та підготовка спеціальних технічних вимог до виробу, вказівок до його виготовлення, контролю якості, випробувань тощо.

Однак іноді перед учителем постає проблема: у якому класі та коли необхідно робити перехід від чотирьох етапів проектно-технологічної діяльності учнів до трьох. Передусім цей крок залежить від рівня підготовленості дітей – як загального, так і в контексті здобутих знань, умінь із проектування виробів.

Доречно стисло зупинитися на питанні про форми та способи організації проектно-технологічної діяльності учнів.

Проектна методика зорієнтована на розвиток самостійної творчої активності школярів. У багатьох наукових роботах наголошується на важливості самостійної роботи дітей над проектом виробу [7]. Проте, як зазначалося, до діяльності учнів на початкових стадіях навчання проектування вчитель повинен підходити продумано, обережно. Із проведеної експериментально-дослідної роботи випливає, що оволодіння учнями цими діями, отримання відповідних умінь і навичок є для них справою непростою, що й вимагає від учителя ретельної, продуманої роботи.

Неправильним буде, наприклад, такий підхід до навчання, коли в класі, де учні за проектною методикою лише розпочали працювати (чи працюють нетривалий час для засвоєння головних її основ), учитель дає завдання самостійно обирати проблему, пропонувати варіанти її вирішення у вигляді створення певного виробу, розробити варіанти конструкції виробу, проаналізувати їх, створити оптимальний варіант конструкції та самостійно виготовляти виріб. Помилковим є такий підхід учителя навіть у тому разі, якщо він допомагатиме кожному учневі індивідуально, оскільки самостійність відіграватиме негативну роль – кожен учень замкнеться лише у своїх роздумах, аналізах, діях. Однак цих «своїх» у них ще просто немає, вони не сформовані, бо проектування виробів у такому плані учні ще не виконували. Саме тому роботу із засвоєння основ проектування необхідно розпочинати з усім класом, широко застосовуючи метод дискусій з будь-яких питань проектно-технологічної діяльності.

На початку вчитель сам повинен поставити перед класом певну проблему та запропонувати варіанти її вирішення шляхом створення певного виробу. Як правило, першими свої пропозиції дають кращі учні. Кожен варіант конструкції виробу необхідно проаналізувати

з усім класом, даючи можливість висловити свою думку й слабшим учням. У процесі виготовлення виробу організуються поточні дискусії школярів щодо конструкції різних вузлів, деталей, технології їх виготовлення тощо. У класі необхідно створити ділову атмосферу, за якої школярі конструктивно сперечатимуться, обґрунтовуватимуть правильність саме своїх технічних рішень тощо. За таких умов має місце певний тренінг із проблем створення проекту виробу. Звичайно, при цьому необхідно, аби всі учні працювали над створенням одного й того самого виробу. Бажано утворити бригади по кілька осіб. Після проведення такої роботи із засвоєння основ проектування варто дати можливість самостійно розробляти проект виробу за схемою, яку подано вище.



Технічна творчість учнів у процесі проектно-технологічної діяльності з урахуванням завдань допрофільної підготовки

У підрозділі III.1 було визначено етапи технічної творчості школярів у процесі створення певного виробу, однак варто розглянути це питання на більш високому рівні, з урахуванням завдань допрофільної підготовки учнів 8-9 класів тощо.

Технічна творчість учнів основної школи в межах допрофільної підготовки, їх налаштування на творчу професійну діяльність або зацікавлене й захоплююче навчання у вищій школі є одним із головних завдань сучасної особистісно зорієнтованої освіти. Учні повинні добре усвідомити, що потреби промислового виробництва XXI ст. в механізації, комп'ютеризації та комплексній автоматизації технологічних процесів вимагають не тільки постійного вдосконалення професійної підготовки фахівців, а й їхнього творчого підходу до розв'язування виробничо-технічних проблем. З огляду на це важливим є оволодіння учнями системою знань з технічної творчості та прийомами творчої діяльності під час занять на уроках з технології та технічних гуртках. Це – важливий підготовчий етап до оволодіння, зокрема, професійним технічним проектуванням у ВНЗ і подальшій реалізації творчого потенціалу на виробництві. Активний, творчий, добре підготовлений фахівець із технічного проектування вирізняється самостійністю в доборі ефективних проектних засобів і способів виконання проектного завдання, розробляє раціональні пропозиції, пропонує розв'язання проектних завдань методами технічної творчості, винахідництва.

Для виявлення та розвитку творчої особистості майбутнього фахівця технічної галузі необхідно передусім розуміння сутності технічної творчості, творчої навчальної та професійної проектної діяльності, вдумливий аналіз широкого спектра результатів технічної творчості в історичній ретроспективі, розвитку техніки в Україні та інших країнах.

У зазначеному контексті велике значення має проектно-технологічна діяльність учнів зі створення творчого проекту певного технічного об'єкта.

Зазначимо етапи навчальної проектної творчої діяльності:

1. Вибір технічного завдання.
2. Пошук розв'язання поставленої проектної задачі.
3. Створення уявного образу на основі технічної ідеї для його розроблення.
4. Розроблення ескізного проекту нового технічного об'єкта.
5. Захист ескізних проектів сконструйованого технічного об'єкта.
6. Внесення необхідних корективів у ескізний проект за результатами їх колективного аналізу та обговорення під час захисту.
7. Розроблення технічного проекту.
8. Підготовка до виготовлення технічного об'єкта та власне виготовлення.

Розглянемо детальніше зміст етапів навчальної проектної творчої діяльності.

Перший етап – складання технічного завдання

Часто це завдання вчитель формулює сам. Учні повинні його зрозуміти й усвідомити. Значно корисніше для розвитку творчих здібностей, коли діти самі визначають технічне завдання. Яким чином це можна зробити? Учні завжди стикаються з труднощами в процесі виконання технологічних операцій (особливо складних). Зробивши аналіз такої ситуації зі свого життя, усвідомивши її, учні зроблять висновок про необхідність конструювання спеціальних пристосувань, пристроїв, верстатів для полегшення та більш якісного виконання відповідних проектних операцій. Більш складною може бути ситуація під час створення нового (чи суб'єктивно нового) технічного об'єкта, коли спочатку необхідно критично осмислити зроблене в напрямі пошуку та конструювання. У свідомості формується проблемна ситуація, яка значно стимулюватиме творчу діяльність. Важливо зазначити, що часто на цьому етапі більшість учнів виявлять певного типу технічне протиріччя, технічну невідповідність, яку якнайперше потрібно розв'язати в процесі технічного проектування. Сутність технічного протиріччя полягає в невідповідності між бажанням і зусиллями в досягненні поставленої мети, вимогами до об'єкта проектування та перепонами конструкторського чи технологічного плану. Виявлені протиріччя активізують пізнавальну діяльність, загострюють проблемну ситуацію. Зазначимо, що детальному розглядові технічних протирічч буде присвячено підрозділ «Розвиток технічного мислення майбутнього проектувальника».

На першому етапі шляхом творчого пошуку учні визначають:

- загальні контури технічної задачі;
- кінцеву мету пошуку;
- вихідні дані, необхідні обмеження тощо.

Кінцевим результатом першого етапу пошуково-конструкторської діяльності зі створення технічного об'єкта є постановка конкретної технічної задачі (технічного завдання). Результати творчого пошуку залежать від того, наскільки правильно сформульовано проектну задачу. Саме це й визначає успіх майбутнього рішення.

Другий етап – пошук вирішення поставленої проектної задачі

Етап розпочинається із зародження у свідомості проектувальника технічної ідеї для розроблення нового технічного об'єкта. Але як дійти до її формулювання? Спочатку необхідно звернутися до минулого досвіду, подумки відповісти на поставлені перед собою запитання: «Що з відомого можна використовувати для розв'язування завдання?»; «Чи не зустрічалося раніше аналогічне завдання?»

Не виявивши схожості, необхідно відмовитися від намірів скористатися відомими способами розв'язування задач і розпочати пошук нових. Під час такої діяльності може виникнути здогадка про новий спосіб розв'язування задачі. Якщо цього не відбудеться, необхідно продовжувати аналіз ситуації, що склалася. У процесі аналізу відбувається відбір інформації, встановлення зв'язків між вимогами технічного завдання та вимогами нової ситуації. Це зумовлює висунення припущень про способи розв'язування задачі, що стоїть перед проектувальником.

Висунення припущень зазвичай відбувається шляхом здогадки. Як зазначає Ю. С. Столярів, одні припущення можуть будуватися на основі досвіду; інші – на узагальненнях відомих знань; треті – на основі аналогій; четверті – на використанні абстракцій.

Необхідно зазначити, що технічна ідея – це ще не розв'язок задачі і навіть не ідеальний, уявлюваний образ майбутнього пристрою. Однак це вже конкретний, важливий результат у процесі створення об'єкта, оскільки ідея становить технічну сутність створюваного технічного об'єкта.

Важливе значення для формулювання технічної ідеї технічного об'єкта має використання проектувальником аналогії та перенесення відомих способів розв'язування певної задачі в нову проблемну ситуацію, а також використання асоціативних зв'язків. Часто ідею можна запозичити в природі.

Третій етап – створення уявного образу об'єкта на основі технічної ідеї для його розробки

Образ нового технічного об'єкта можна ще назвати його ідеальною моделлю, яка в майбутньому стане основою створення реального об'єкта. Ідеальна модель може виникнути у свідомості проектувальника як результат уявного експериментування. Його суть полягає в тому, що технічна ідея в уяві виражається певною схемою структури нового технічного об'єкта шляхом встановлення функціональних залежностей між вузлами і деталями тощо. Ідеальну модель ще називають ідеєю-образом, уявною реальністю, оскільки проектувальники являють образ розроблюваного нового технічного об'єкта. Ідея-образ дає можливість проектувальникам повніше уявити основні риси майбутнього об'єкта. При цьому вони визначають функціональне призначення нового технічного об'єкта, умови експлуатації, з'ясовують у загальному будову та принципи дії, дають назву виробові.

Для наочності ідеї-образи в процесі їх формування фіксуються з допомогою схем, малюнків, ескізів.

Четвертий етап – розроблення ескізного проекту нового технічного об'єкта

На цьому етапі триває проектування та конструювання технічного об'єкта, коли ідеальна модель перетворюється на конструктивну схему реального об'єкта. Можна сказати, що при цьому мова образів переходить у мову графіки.

У процесі ескізного конструювання виявляються всі неточності, помилки та слабкі місця уявних образів, що, зазвичай, обов'язково має місце у творчому процесі. Перехід від побудов у думці до конкретних розробок вимагає від проектувальників винахідницького уявлення та проектувальних умінь. На цьому етапі уточнюються попередні уявні схеми, реалізуються взаємозв'язки між деталями та вузлами, виникають нові думки стосовно вдосконалення структури майбутнього пристрою. Невдалі варіанти структури (конструкції) окремих складових технічного пристрою можуть замінюватися новими, уточнюються форма та розміри пристрою в цілому, забезпечуються взаємозамінність, наступність і агрегування (ці особливості конструювання розглянемо детальніше у розділі «Технічне конструювання і виробничі технології»). Сутність конструювання й полягає в тому, щоб за з'єднання вузлів, частин і деталей механізму в певній послідовності, у конкретній комбінації отримати від об'єкта заплановане в технічному завданні виконання технологічних операцій чи будь-яких інших функцій.

Згадані вище операції комбінування уособлюють метод комбінації відомих вузлів, деталей, будь-яких інших конструкційних елементів, що досить часто використовується в навчальному та професійному технічному конструюванні.

В основу технічного конструювання, крім зазначеного вище, покладено технічні розрахунки, з чим у проектувальників-початківців виникають певні труднощі, залежно від рівня складності цих розрахунків. Зокрема для проведення розрахунку на міцність необхідні знання з основ теоретичної механіки, опору матеріалів, теорії механізмів і машин, а також інших навчальних предметів, що вивчаються у вищих навчальних закладах. Саме тому в навчальному технічному конструюванні проектувальники-початківці проводять розрахунки на міцність із використанням наближених методів або вдаються до інтуїції та здорового глузду під час визначення «нерозрахункових» параметрів. Кінематичні розрахунки є доступнішими для проектувальників-початківців, тому їх проводять у всіх випадках. З практичних міркувань

і враховуючи зазначене, у навчальному технічному конструюванні часто використовуються готові деталі, вузли та механізми. Тобто використовують метод добору, що є виправданим із двох причин:

а) використовуються деталі, вузли, механізми, які не придатні для експлуатації техніки, що доступніше;

б) з'являється можливість використовувати механізми, які не вдається виготовити в умовах навчальних майстерень. До них можна віднести диференціальний механізм, черв'ячну передачу, деталі гідросистеми тощо.

Відсутність розрахунків певних параметрів компенсують уведенням деяких обмежень, спрощень, припущень.

П'ятий етап – захист ескізних проєктів сконструйованого технічного об'єкта

Захист ескізних проєктів сконструйованого технічного об'єкта оцінюється за такими вимогами:

- оригінальність і грамотність конструктивного рішення, які підтверджують рівень творчих можливостей проєктувальників-початківців;
- правильність графічної розробки конструкції виробу та іншої технічної документації;
- технологічність розробленої конструкції, можливість її виготовлення на наявній матеріально-технічній базі;
- правильний підбір і незначна вартість матеріалів для подальшого виготовлення пошукового та експериментального зразків сконструйованого технічного об'єкта, дотримання інших принципів і правил конструювання, використання уніфікованих деталей, вузлів, низька матеріалоемність тощо;
- застосування знань основ наук, рівень технічної творчості при розв'язуванні проєктного завдання;
- можливість проміжного контролю якості майбутнього виробу.

Важливий і необхідний етап захисту ескізного проєкту сконструйованого технічного об'єкта проєктувальниками-початківцями сприяє розвитку у них конструкторських умінь і здатності до:

- адекватної самооцінки особистих конструкторських умінь,
- аргументованого захисту своїх проєктів;
- ефективного презентації проведеної конструкторської роботи.

Захист проєктів сприяє розвитку комунікативних здібностей проєктувальників, готує до майбутньої професійної діяльності. У процесі захисту можуть бути додатково виявлені певні неточності, помилки в розрахунках, інші слабкі місця проєкту.

Шостий етап – внесення корективів у ескізний проєкт за результатами їх колективного аналізу та обговорення під час захисту

На цьому етапі проводиться внесення необхідних корективів у ескізні проєкти за результатами колективного аналізу та обговорення, помилок, неточностей, виявлених під час захисту ескізного проєкту сконструйованого технічного об'єкта.

Сьомий етап – розроблення технічного проєкту

Технічний проєкт складається з робочих креслень (потужної складності) на необхідні деталі технічного об'єкта, з дотриманням усіх умовних позначень і вимог до виконання технічної документації.

Проєктанти-конструктори готують пояснювальну записку, яка входить до складу технічної документації технічного проєкту.

Восьмий етап – підготовка до виготовлення технічного об'єкта та власне виготовлення

Сутність цього етапу полягає в підготовці до виготовлення технічного об'єкта та у власне виготовленні.

Основними технічними документами для цього є:

- креслення окремих деталей технічного об'єкта;
- складальне креслення технічного об'єкта;
- технологічні картки на виготовлення окремих деталей технічного об'єкта та складальне креслення технічного об'єкта.

Розглянемо порівняльну таблицю етапів проектування нових технічних об'єктів у процесі професійної творчої діяльності конструктора та навчальної технічної творчої діяльності учнів (табл. 8).

Таблиця 8

Порівняльна таблиця етапів проектування технічних об'єктів

Етапи процесу професійної творчої діяльності конструктора (на початку розробки об'єкта) Дослідження кінця ХХ ст. (за В. О. Моляко)	Основні етапи виконання проектного завдання. Навчальний матеріал для студентів ВНЗ. Дослідження кінця ХХ ст. (за В. В. Колотіловим)	Етапи навчальної проектно-творчої діяльності учнів Дослідження початку ХХІ ст. (за А. М. Тарарою, В. М. Мадзігоном)
1. Розуміння технічного завдання (умови задачі). 2. Формування проекту майбутньої конструкції (конструкторського задуму). 3. Перевірочне ескізування конструкторського задуму (доведення відповідності майбутньої конструкції висуnutим вимогам у технічному завданні)	1. Уточнення технічного завдання. 2. Ескізне конструювання. 3. Розробка технічного проекту. 4. Створення робочого проекту. 5. Виготовлення дослідного зразка та його випробування	Вибір і уточнення технічного завдання. Пошук розв'язку (технічної ідеї) поставленої проектною задачі. Створення уявного та зорового образів на основі технічної ідеї для розробки нового технічного об'єкта. Розробка ескізного проекту технічного об'єкта. захист ескізних проектів сконструйованого технічного об'єкта. Внесення необхідних корективів у ескізний проект за результатами їх колективного аналізу та обговорення під час захисту. Розробка посилюючого для старшокласників технічного проекту. Підготовка до виготовлення технічного об'єкта та його безпосереднє виготовлення

V § 4

Дидактичні матеріали для проведення уроків із використанням проектно-технологічного підходу

Для проведення констатуючого (початкового) опитування та підсумкової оцінки знань і вмінь учнів учителям рекомендується використати такі 27 запитань. Вони охоплюють усі етапи, важливі моменти проектно-технологічної діяльності учнів на уроках трудового навчання. Лише деякі з них мають репродуктивний характер. Відповіді на інші запитання передбачають творчий підхід, наявність у школяра творчих здібностей.

Запитання для контрольного опитування

1. Що означає слово «проект»?
2. Як називається ретельна творча робота, яку необхідно виконати перед виготовленням виробу?
3. Які види робіт належать до проектування виробу?
4. З яких етапів складається розроблення проекту виробу?
5. У чому полягає сутність першого етапу розроблення проекту виробу?
6. Як ви розумієте вираз «власний задум» при проектуванні виробу?
7. Якими графічними зображеннями можна відобразити на папері власний задум?
8. Наведіть приклад проблемної ситуації з життя та запропонуйте спосіб її вирішення?
9. Як ви розумієте вираз «поставити перед собою проблему»? Чому важливо вміти ставити перед собою проблему?
10. З якою метою необхідно опрацювати літературні джерела, що порадив учитель, при розробленні конструкції певного виробу?
11. У процесі проектування виробу достатньо мати один варіант його конструкції чи кілька? Відповідь обґрунтуйте.
12. З якою метою потрібно аналізувати різні варіанти конструкції виробу в ході проектування?
13. Якою є роль макетування чи моделювання в процесі конструювання технічних об'єктів?
14. Яким основним вимогам повинен відповідати кінцевий варіант розробленої конструкції виробу?
15. Добір матеріалів для виготовлення виробу необхідно здійснювати після створення кінцевого варіанта конструкції виробу чи ще в процесі розроблення? Відповідь обґрунтуйте.
16. У чому полягає важливість фантазування в процесі розроблення конструкції виробу?
17. У чому полягає сутність застосування методу комбінування в створенні нових виробів?
18. З якою метою використовують метод фокальних об'єктів при створенні нових виробів?
19. Як ви розумієте вираз «вміло організувати робоче місце для виготовлення виробу»?
20. На якому етапі проектування виробу та за якою метою складають технологічні картки?
21. Назвіть у логічній послідовності етапи технологічного процесу виготовлення певної деталі.
22. Якою є мета здійснення контролю якості виготовлення деталей на всіх етапах виготовлення виробу?
23. Чому інструменти слід застосовувати лише за прямим призначенням? Наведіть приклади.
24. Як ви розумієте вираз «доцільно (правильно) обраний спосіб обробки матеріалів»?
25. Яку технологію виготовлення виробу називають оптимальною (раціональною) і чому?
26. Яка мета проектно-конструкторської та проектно-технологічної діяльності учнів?
27. Чому важливо вміти здійснювати загальну оцінку спроектованого та виготовленого виробу?

Для об'єктивнішого та більш повного оцінювання проектно-технологічної діяльності учнів доцільно використати 7 критеріїв, розроблених нами, і 4 рівні сформованості проектно-технологічних знань і вмінь (початковий, середній, достатній, високий) [1].

Зміст рівнів сформованості модифіковано нами з урахуванням специфіки проектно-технологічної діяльності.

Кожен із критеріїв містить певну сукупність дій (умінь) учнів, які вчитель повинен фіксувати й оцінювати в процесі їх проектно-технологічної діяльності. Зміст цих критеріїв відображає всі етапи проектно-технологічної діяльності школярів. Зокрема, критерії I-IV включають дії, знання та вміння учнів на етапі проектування виробу, критерій V – технологічного етапу, критерій VII – заключного. Критерій VI відображає комунікативні здібності школяра та його здатності до конструктивно критичної самооцінки. Кожен із критеріїв включає в себе сукупність дій, які учні повинні вміти виконувати якісно.

Критерії оцінювання проектно-технологічної діяльності учнів

1. Добре розуміти, що таке проект, яку роботу відносять до проектування, що є метою проектно-технологічної діяльності. Знаходити й аналізувати конкретну проблему ситуації зі свого життя, добре усвідомлювати її. Чітко ставити перед собою проблему, що відповідає заданій ситуації, та висувати ідеї, гіпотези для її вирішення шляхом створення конкретного виробу. Обґрунтовувати необхідність цього виробу для себе, близьких чи суспільства.

2. На основі дослідницького пошуку розробляти (у вигляді довільного технічного рисунка) кілька варіантів конструкції майбутнього виробу або ж добирати існуючі зразки чи близькі до нього виробу (аналогі) з літературних джерел, побуту, вносячи необхідні конструктивні зміни. Важливими при цьому повинні бути вміння учня працювати з різноманітною літературою, генерувати ідеї, у тому числі й оригінальні, аналізувати та синтезувати їх, фантазувати в ході розроблення конструкції виробу. Використовувати в процесі конструювання різні методи (дослідницький, фантазування, моделювання), обирати потрібні матеріали та прогнозування їх витрати.

3. Аналізувати варіанти запропонованих конструкцій виробу й обирати з них найкращий або ж створювати оптимальний варіант конструкцій на основі кількох наявних, свідомо застосовуючи метод комбінування; чітко усвідомлювати необхідність саме такої конструкції. У процесі розроблення кінцевого варіанта конструкції враховувати головні вимоги до вибору: функціональність (повністю відповідати призначенню), економічність, естетичність.

4. Уявляти та розробляти технологічний процес виготовлення виробу в цілому. Планувати технологічну послідовність виготовлення окремих деталей виробу. Розробляти необхідні ескізи та креслення. Добирати матеріали для виготовлення виробу, обирати інструменти й обладнання для роботи. Проводити розрахунки собівартості майбутнього виробу, його екологічну експертизу.

4. Організувати місце для роботи, вміло розташовуючи інструменти, пристосування, необхідні матеріали. Складати технологічні картки на деталі виробу. Обирати оптимально раціональну технологію виготовлення окремих деталей виробу. Дотримуватись етапів технологічного процесу виготовлення окремих деталей: а) вибір заготовки; б) розмічання; в) технологічні операції (різання металів, пиляння деревини); г) операції обробки матеріалів; д) контрольні операції. Працювати на технологічному обладнанні з різними інструментами та пристосуваннями. Дотримуватися правил техніки безпеки. Застосовувати інструменти за прямим призначенням. Уміло і без помилок виготовляти деталі виробу та виріб у цілому.

5. Застосовувати знання з трудового навчання та основ наук у процесі проектно-технологічної діяльності на всіх її етапах. Обмінюватися технічною інформацією щодо проекту виробу з іншими учнями та вчителем, дискутувати, обстоювати свою позицію при вирішенні поточних проблемних ситуацій, розв'язуванні певних технічних завдань. Критично оцінювати виготовлення виробу на всіх його етапах.

6. Аргументовано захищати кінцевий варіант спроектованого та виготовленого виробу. Здійснювати загальну оцінку виробу. Презентувати свій виріб, вивчати попит і пропозиції на нього, можливість його реалізації.

Рівні сформованості проектно-технологічних знань і вмінь учнів

Початковий рівень. Учням, які мають такий рівень, важко зрозуміти сутність термінів, «проект», «проектування», «проблема», «проблемна ситуація», «поставити перед собою проблему», а також чому в процесі проектно-технологічної діяльності відбувається розвиток їхньої самостійної творчої активності. Вони не вміють ставити перед собою проблему. Якщо ж проблему вже поставлено іншими учнями, то не здатні запропонувати варіант її вирішення, а тим більше кілька варіантів. Такі діти не можуть самостійно знайти варіант конструкції виробу з літературних джерел, а виконати таке завдання здатні лише за конкретної допомоги вчителя.

Учням із початковим рівнем складно робити порівняльний аналіз конструкцій виробу, запропонованих іншими учнями. Відмінність між варіантами вони помічають лише тоді, коли та є очевидною. Вони не в змозі застосувати метод комбінування і створити оптимальний варіант конструкції виробу на основі кількох наявних.

Такі учні можуть фрагментарно відтворити до половини навчального матеріалу, виготовити нескладний виріб за допомогою вчителя. Однак вони не здатні самостійно спланувати послідовність виготовлення деталей виробу, скласти ескізи, розробити технологічні картки. Вони не мають необхідних знань і вмінь у доборі потрібних матеріалів, налагодженні інструментів та оснащенні, навичок роботи з ними, не можуть без допомоги вчителя організувати робоче місце на відповідному рівні. У процесі виготовлення виробу ці діти не вміють застосовувати знання з трудового навчання, обмінюватися технічною інформацією з іншими учнями, дискутувати.

У процесі виготовлення виробу вони не проводять проміжний контроль, не вміють критично оцінювати якість виготовленого ними виробу. Сам виріб містить велику кількість помилок і грубих відхилень від якісних показників.

Середній рівень. Учні частково розуміють терміни, зазначені в попередньому рівні, можуть назвати етапи проектування виробу, однак сутність і зміст процесу проектування виробів усвідомлюють нечітко. Поставити перед собою проблему з життя вони можуть лише з допомогою вчителя. У нескладних випадках можуть запропонувати виріб, що розв'язує поставлену проблему, однак розроблення різних варіантів конструкції виробу, їх аналіз і кінцевий варіант викликають значні труднощі. Деякі елементи учні можуть виконувати у разі постійної допомоги вчителя. Пошук літературних джерел з питань проектування виробу та їх опрацювання таким школярам не під силу.

Учні здатні відшукати потрібну інформацію лише у вказаній учителем літературі, проте знайдене часто не можуть використати без допомоги вчителя.

Ці школярі розуміють значну частину навчального матеріалу, і з допомогою вчителя можуть її відтворити, самостійно вміють виготовляти виріб, але припускаються певної кількості помилок у прийомах, технологічних операціях та конструкції виробу.

Розробляти технологічний процес виготовлення виробу в цілому їм не під силу. Технологічне планування такі учні можуть виконати за наявності зразка та в тому разі, коли це стосується окремої деталі. Уміють читати креслення окремих нескладних деталей, але не в змозі самостійно розробляти ескізи та технологічні картки. Відчують труднощі в організації робочого місця, доборі матеріалів та інструментів, застосуванні знань із трудового навчання в процесі виготовлення виробу.

Учні мало спілкуються з товаришами з питань проектування виробу, оскільки працюють, як правило, за зразком і з допомогою вчителя. Іноді у стандартних ситуаціях з окремих питань вступають у дискусію або можуть доповнити чи заперечити окрему думку.

У процесі виготовлення виробу проміжний контроль якості деталей ці учні не роблять, однак здатні критично оцінити недоліки в кінці виготовлення свого виробу. Виготовлений виріб має ряд суттєвих відхилень від якісних показників.

Достатній рівень. Учні в основному розуміють терміни, сутність і зміст процесу проектування виробів. Вибір і аналіз проблемної ситуації з життя та постановка перед собою проблеми у них особливих труднощів не викликає. Вони добре орієнтуються також у виборі способу вирішення проблеми. Здатні самостійно запропонувати декілька варіантів конструкції майбутнього виробу, при незначній допомозі вчителя здійснити їх аналіз і самостійно прийняти рішення стосовно кінцевого варіанта конструкції. У процесі розроблення варіантів конструкції вміють працювати з літературними джерелами, але потребують певної допомоги вчителя в їх пошукові.

Такі учні мають достатньо повні знання з трудового навчання та вміють їх застосовувати у стандартних ситуаціях, іноді – у дещо незвичних умовах і ситуаціях. Можуть розробляти технологічний процес виготовлення виробу в цілому при незначній допомозі вчителя, уміють добре читати технічні креслення, самостійно розробляти технологічну документацію на виготовлення окремих деталей виробу та виготовляти виріб. Помилки при виконанні ними технологічних операцій і в конструкції виробу практично відсутні.

Добір матеріалів, вибір інструментів та організація робочого місця труднощів не викликає. Учні легко спілкуються з іншими школярами та вчителем з питань розроблення конструкції виробу, уміють застосовувати знання з трудового навчання на практиці, аргументовано обстоювати свої ідеї при вирішенні технічних проблем.

Здебільшого планують і виконують поточний контроль якості виготовлення окремих деталей, аргументовано можуть оцінити якість свого виробу. Виготовлений ними вибір має добрий рівень якості.

Високий рівень. Учні з таким рівнем організації проектно-технологічної діяльності добре розуміють сутність і зміст усіх вживаних термінів і процесу проектування виробів, чітко усвідомлюють важливість самостійного творчого розроблення проекту виробу в цілому, проявляють творчий підхід на всіх етапах розроблення та виготовлення виробу.

Шляхом аналізу здатні самостійно визначити та поставити перед собою проблему, добре розуміють важливість її розв'язку для себе чи інших, легко орієнтуються в тому, який виріб може бути розв'язком поставленої проблеми. Розробляючи конструкцію запропонованого виробу, генерують оригінальні ідеї, аналізують, фантазують, самостійно відшукують і опрацьовують необхідні літературні джерела. У процесі роботи вміло застосовують методи пошуку, дослідження, комбінування, фантазування.

Здатні запропонувати кілька варіантів конструкції майбутнього виробу, здійснити їхній аналіз і через творчий пошук розробити на їх основі найбільш раціональну конструкцію. По допомозі до вчителя звертаються лише в деяких випадках.

Володіють міцними, а здебільшого узагальненими знаннями з трудового навчання, уміють застосовувати їх у нестандартних ситуаціях. Здатні самостійно розробляти технологічний процес виготовлення виробу в цілому. Із дотриманням усіх вимог виконують ескізи, креслення, розробляють технологічні картки, впевнено виконують усі прийоми і технологічні операції з виготовлення виробу.

Учні легко організують робоче місце для виготовлення виробу, підбирають інструменти для роботи. При недостатньому рівні забезпечення матеріалами чи інструментами вони здатні замінити одну технологічну операцію на іншу, не менш ефективну, а також здійснити рівноцінну заміну матеріалів.

Розроблення конструкції виробу, технології його виготовлення такі учні виконують із застосуванням знань з основ наук і трудового навчання. Легко вступають у бесіди та диспути з питань конструювання з іншими учнями, аргументовано обстоюють свої ідеї щодо шляхів вирішення технічних завдань і проблем.

Контроль якості виготовлення деталей виробу планують і здійснюють у процесі виготовлення виробу. Аргументовано здійснюють захист свого проекту, оцінку виготовленого

виробу, здатні провести нескладні економічні розрахунки. Виготовлений ними виріб має високий рівень якості.



Виявлення результативності проектно-технологічної діяльності учнів

З метою виявлення рівня знань і вмінь з проектно-технологічної діяльності та розвитку їх творчого мислення на початку відповідної діяльності учнів учитель повинен провести констатуючий експеримент (початкове опитування), який повинен виявити початковий ступінь розвитку в учнів творчих здібностей.

Як зазначалося, на переважну більшість цих запитань правильну і повну відповідь, а тим більше оригінальну, учень зможе дати лише за умови творчого підходу до вирішення завдання, наявності певного рівня розвитку творчого мислення. Особливо важливими та цікавими є запитання 6, 9, 11, 12, 14, 24-27.

Спосіб 1 оцінювання знань і творчого мислення

Для оцінювання відповідей учнів на запитання необхідно скористалися 12-бальною системою.

Оцінюється відповідь на кожне запитання. За повну відповідь ставиться 12 балів, за її відсутність – 0 балів. Відповідь проміжного ступеня повноти оцінюється відповідною кількістю балів. Наприклад, за повноти, що рівна 50% – 6 балів тощо. Потім бали підсумовуються і діляться на кількість запитань – 27. Таким чином, зазначена методика оцінювання дає можливість враховувати знання учнів, рівень їхнього творчого мислення. Як виявилось, набрати сумарні 6 балів не просто, оскільки більшість запитань потребують не репродуктивного відтворення знань, а оригінального, творчого мислення.

Спосіб 2 оцінювання проектно-технологічної компетенції учнів

Критерії та рівні виявлення результативності проектно-технологічної діяльності учнів

Для оцінювання проектно-технологічної діяльності учнів розроблено 7 критеріїв, які включають логічно-теоретичну, практично-прикладну, комунікативну, аналітичну, оціночно-контролюючу та інші види розумової діяльності. Кожен із критеріїв містить сукупність дій учнів певного характеру. Система семи критеріїв охоплює всі етапи проектно-технологічної діяльності учнів, що дає можливість найбільш повно і різнобічно оцінити їхню діяльність.

Кожну сукупність дій, що відповідає певному критерію, необхідно оцінювати протягом усього періоду проектно-технологічної діяльності учнів. При цьому передбачається фіксація початкового рівня сформованості вмінь, знань, логічних, практичних дій школярів і його стан наприкінці експерименту. Для оцінювання введено поняття «рівень сформованості проектно-технологічних знань і вмінь» (далі – рівнів сформованості). Виділено чотири рівні сформованості: початковий – п, середній – с, достатній – д, високий – в [1]. Зміст цих рівнів розроблено з урахуванням специфіки проектно-технологічної діяльності учнів. Таким чином, сукупність дій кожного учня, що відповідають певному критерію, на початку та вкінці експерименту дає змогу встановити певний рівень сформованості (п, с, д, в).

Організація та проведення проектно-технологічної діяльності учнів

Згідно з навчальним планом вчителя та за певної його допомоги учні (тут – 9-Б та 9-В класи) обирають об'єкти, над якими працюють на уроках. Кожен учень за час експерименту

повинен розробити і виготовити 3-4 вироби. У процесі створення першого виробу фіксується початковий стан знань, умінь і логічно-практичних дій учнів із проектно-технологічної діяльності, що оцінюється за певним рівнем для кожного критерію. Для оцінювання дій школярів, що відповідають певному критерію (їх зміст відображає увесь процес поетапного створення виробу), необхідно проводити роботу з кожним учнем. У ході роботи над виробами відбувається навчання учнів основ проектної діяльності. Особлива увага – розвиткові творчого мислення, творчих здібностей під час виконання дій, що відповідають кожному з критеріїв. Принциповим є визначення форми організації діяльності школярів на уроках при розробленні проектів виробів.

У процесі розроблення та виготовлення учнями останнього виробу (наприкінці навчання за проектною методикою) фіксується кінцевий стан їхніх знань, умінь і практичних дій, що також оцінюється відповідними рівнями сформованості.

Як видно з табл. 9, кількість учнів, які мають більш високі та найвищі рівні сформованості, проектно-технологічних знань і вмінь (для кожного з критеріїв), наприкінці експерименту є значно більшою. Причому це стосується всіх критеріїв. Якщо на початку експерименту в обох класах була велика кількість учнів, які мали початковий (п) рівень, а високого (в) взагалі не було, то після завершення експерименту учні, які мали достатній рівень (9-Б клас), набули високого рівня знань і вмінь, а початкового рівня не мав ніхто. Значно зросла кількість учнів із достатнім (д) рівнем знань і вмінь порівняно з початком експерименту.

Таблиця 9

Рівні сформованості проектно-технологічних знань і вмінь учнів 9-Б і 9-В класів на початку та в кінці експерименту

Критерії	Рівні сформованості	Кількість учнів			
		9-Б клас (20 осіб)		9-В клас (16 осіб)	
		початок експерименту	кінець експерименту	початок експерименту	кінець експерименту
I	п	7	–	11	–
	с	8	4	5	7
	д	5	11	–	8
	в	–	5	–	1
II	п	7	–	11	–
	с	8	4	5	7
	д	5	11	–	8
	в	–	5	–	1
III	п	7	–	11	–
	с	8	4	5	7
	д	5	11	–	8
	в	–	5	–	1
IV	п	1	–	1	–
	с	10	4	10	7
	д	9	11	5	8
	в	–	5	–	1
V	п	1	–	1	–
	с	10	4	10	7
	д	9	11	5	8
	в	–	5	–	1

Критерії	Рівні сформованості	Кількість учнів			
		9-Б клас (20 осіб)		9-В клас (16 осіб)	
		початок експерименту	кінець експерименту	початок експерименту	кінець експерименту
VI	п	7	–	11	–
	с	8	4	5	7
	д	5	11	–	8
	в	–	5	–	1
VII	п	7	–	11	–
	с	8	4	5	7
	д	5	11	–	8
	в	–	5	–	1

Для критеріїв IV і V значення рівнів на початку експерименту вищі, ніж для інших критеріїв, оскільки зміст дій учнів, що відповідають цим критеріям, значно ближчий до традиційного навчання на уроках (школярі вже мали справу з такими діями в попередні роки навчання).

Відбувся помітний приріст кількості учнів середнього (с) та достатнього (д) рівнів сформованості проектно-технологічних знань і вмінь за рахунок тих, що мали відповідно початковий і середній рівні. Тобто, характерним є перехід школярів на наступний рівень. Деякі учні 9-В класу покращили свої знання та вміння відразу на два рівні. Отже, у процесі проектно-технологічної діяльності учнів їхні знання та вміння з основ проектування, логічне та творче мислення, загальні творчі здібності суттєво покращилися.

Технічна творчість

1. У якому разі діяльність є творчою?
 - а) ставлять завдання та пояснюють його суть;
 - б) тільки ставлять завдання;
 - в) ставлять завдання і дають деякі пояснення щодо його виконання;
 - г) ставлять завдання і детально пояснюють його виконання.
2. Із якого віку треба навчати дітей?
 - а) з раннього дитинства;
 - б) з першого класу;
 - в) з п'ятого класу;
 - г) у старших класах;
 - д) в інститутах.
3. Що таке суб'єктивна новизна?
 - а) це світова новизна;
 - б) новизна для певного підприємства;
 - в) нове для певної людини;
 - г) нове для певної галузі;
 - д) нове для декількох людей.
4. Яким є головний результат занять із технічної творчості?
 - а) розвивається технічне мислення та політехнічний кругозір;
 - б) розвивається самостійність;
 - в) розвивається наполегливість;
 - г) з'являється вміння працювати в колективі;
 - д) розвиваються ділові якості.
5. Що таке об'єктивна новизна?
 - а) новизна для підприємства;
 - б) новизна для галузі;
 - в) новизна для певної країни;
 - г) світова новизна;
 - д) новизна для окремої людини.
6. Що таке інерція мислення?
 - а) використання набутого досвіду;
 - б) прагнення використовувати засвоєні методи при розв'язуванні нової проблеми;
 - в) прагнення використовувати інтуїцію;
 - г) прагнення використовувати асоціацію.
7. У чому полягає суть обхідного мислення?
 - а) використовують алгоритми розв'язку;
 - б) використовують розумові операції;
 - в) змінюють об'єкт уваги;
 - г) тимчасово змінюють вихідну ідею або постановку задачі.
8. У чому полягає суть інтуїції?
 - а) внутрішній голос;
 - б) передбачення;
 - в) результат підсвідомого мислення;
 - г) певні осяяння людини;
 - д) досвід.

9. Асоціація – це:
- а) логічне мислення;
 - б) психологічне пов'язування окремих образів;
 - в) зв'язок між розумовими операціями;
 - г) інтуїція;
 - д) інерція мислення.
10. Що особливо сильно перешкоджає розвитку творчих рис особистості?
- а) небажання висловлювати незвичні ідеї;
 - б) наслідування, бажання бути схожим на інших;
 - в) самовпевненість;
 - г) рішучість.
11. Яка технічна задача є творчою?
- а) задача-запитання;
 - б) задача-мета;
 - в) задача-технічне протиріччя;
 - г) практична задача;
 - д) теоретична задача.
12. У типовій задачі необхідно використати:
- а) логічне мислення;
 - б) інтуїцію;
 - в) обхідне мислення;
 - г) алгоритм розв'язку.
13. У конструкторській задачі необхідно:
- а) розробити технологічний процес;
 - б) розробити технічні креслення об'єкта;
 - в) виконати вимоги техніки безпеки;
 - г) розробити вимоги до робочого місця.
14. Рівнів творчості в технічних задачах виявлено:
- а) два;
 - б) три;
 - в) чотири;
 - г) п'ять.
15. Технічне протиріччя можливе між:
- а) людьми;
 - б) тваринами;
 - в) предметами та властивостями;
 - г) літаком і судном;
 - д) автомобілем та судном.
16. Суть компромісу при вирішенні технічного протиріччя – це:
- а) створення сприятливих умов;
 - б) розроблення на першому етапі двох однакових конструкцій;
 - в) розроблення конструкції, що задовольняє протилежні вимоги;
 - г) розроблення технологічної конструкції.
17. Головна властивість технічного протиріччя – це:
- а) наявність одного розв'язку;
 - б) наявність декількох розв'язків;
 - в) здатність трансформуватися;
 - г) присутність лише в технічних системах.
18. Логічними є протиріччя:
- а) інформаційно-пізнавальні;
 - б) виробничого спрямування;
 - в) суджень і міркувань;
 - г) між рівнем розвитку техніки та знаннями людини;
 - д) практичного спрямування.

19. Що було основою для створення прийомів вирішення технічних протиріч?
- а) науково-технічна література світу;
 - б) патентний фонд світу;
 - в) практичні задачі з техніки;
 - г) технічні задачі теоретичного плану;
 - д) інформаційні збірники патентів.
20. Хто з винахідників створив прийоми вирішення технічних протиріч?
- а) Бойков;
 - б) Кедров;
 - в) Кулібін;
 - г) Альтшуллер;
 - д) Сєдов.
21. Основні особливості відкриття:
- а) дає великий практичний економічний ефект;
 - б) не старіє з часом, не зношується;
 - в) є обов'язковим для практичного впровадження;
 - г) є основою винаходів.
22. У якій галузі відкриття законом не затверджується?
- а) фізики;
 - б) хімії;
 - в) географії;
 - г) медицини;
 - д) техніки.
23. Ознака відкриття:
- а) має позитивний ефект;
 - б) є достовірним;
 - в) є технічним розв'язком;
 - г) є корисним.
24. Що є об'єктом відкриття?
- а) важливий технічний об'єкт;
 - б) створений технологічний процес;
 - в) певна властивість;
 - г) створена нова речовина.
25. Яка ознака відмежовує відкриття від винаходу й чому?
- а) констатація наукового факту;
 - б) новизна;
 - в) достовірність;
 - г) науковий ефект;
 - д) технічний розв'язок.
26. У чому полягає зв'язок між відкриттям і винаходом?
- а) мають світову новизну;
 - б) мають позитивний ефект;
 - в) на основі відкриття робляться винаходи;
 - г) можуть бути технічним розв'язком.
27. Що є рушійною силою створення винаходу?
- а) отримання коштів за винахід;
 - б) бажання отримати патент;
 - в) актуальні технічні протиріччя;
 - г) прагнення винахідника до творчості.
28. Що є ознакою винаходу?
- а) локальна новизна;
 - б) достовірність;
 - в) встановлення наукового факту;
 - г) позитивний ефект.

29. Що є об'єктом винаходу?
 а) закономірність;
 б) властивість;
 в) явище;
 г) спосіб виробництва.
30. Який аспект проблеми раціоналізації дає змогу використати робітничу кмітливість?
 а) економічний;
 б) практичний;
 в) соціальність;
 г) побутовий;
 д) позаплановий.

Основи моделювання та конструювання

1. Що таке модель?
 а) копія об'єкта;
 б) зменшена копія об'єкта;
 в) збільшена копія об'єкта;
 г) як копія, так і некопія об'єкта, виконана в певному масштабі;
 д) засіб унаочнення.
2. У скількох випадках і яких саме модель використовується в наукових дослідженнях?
 а) одному;
 б) двох;
 в) трьох;
 г) чотирьох;
 д) п'яти.
3. Які моделі належать до ідеальних?
 а) образні;
 б) природні;
 в) геометрично-подібні;
 г) фізично подібні;
 д) математичні.
4. Які моделі належать до штучних?
 а) природні;
 б) математичні;
 в) образні;
 г) образно-знакові;
 д) знакові.
5. Аналогові моделі відносять до:
 а) геометричних;
 б) фізичних;
 в) математичних;
 г) природних;
 д) образних.
6. Функціонально подібні моделі належать до:
 а) природних;
 б) математичних;
 в) фізичних;
 г) знакових;
 д) образно-знакових.
7. Характерна особливість геометрично подібних моделей:
 а) покращують наочність навчання;
 б) підвищують продуктивність праці;
 в) не має значення матеріал, із якого вони зроблені;
 г) мають позитивний економічний ефект.

8. Кібернетичні моделі відносять до:
- а) образних;
 - б) геометричних;
 - в) фізичних;
 - г) математичних;
 - д) образно-знакових.
9. Пряме моделювання стосується моделей:
- а) геометричних;
 - б) фізичних;
 - в) природних;
 - г) знакових.
10. Умови стійкості авіамоделей при русі:
- а) відсутній різкий підйом угору;
 - б) відсутнє пікірування;
 - в) модель симетрична відносно осі;
 - г) відсутній відхил від курсу;
 - д) немає завалу на крило.
11. У чому полягає критерій конструювання – технологічність?
- а) забезпечення виробничих і експлуатаційних характеристик конструкції на основі простоти і зручності виготовлення, складання, регулювання й обслуговування об'єкта;
 - б) досягнення максимально високих техніко-економічних показників, полегшення виготовлення й експлуатації;
 - в) раціональне використання об'єктів однакового функціонального призначення на основі оптимальних типорозмірів;
 - г) забезпечення мінімальної трудомісткості виготовлення та максимального коефіцієнта використання матеріалів і коефіцієнта конструктивної та технологічної наступності.
12. Вибір конструкційних матеріалів деталей машин визначається...
- а) якомога меншою вартістю;
 - б) необхідністю забезпечити потрібну надійність деталі, економічними чинниками та умовами виготовлення;
 - в) якомога вищими характеристиками міцності;
 - г) використанням переважно покращеної чи загартованої сталі і чавуну підвищеної міцності;
 - д) переважне використання матеріалів, що мають високі ливарні властивості;
 - е) переважне використання матеріалів, що допускають обробку тиском та зварюванням.
13. Скільки етапів включає в себе розроблення нового технічного об'єкта? Назвіть їх.
- а) один;
 - б) два;
 - в) три;
 - г) чотири;
 - д) п'ять.
14. Проектування нового технічного об'єкта – це:
- а) розроблення загальної конструкції об'єкта;
 - б) розроблення креслень на всі деталі та вузли об'єкта;
 - в) встановлення терміну ефективної дії об'єкта;
 - г) розроблення технічного завдання на створення об'єкта.
15. Термін прогнозу при конструюванні нової машини залежить від:
- а) рівня складності машини;
 - б) рівня її автоматизації;
 - в) галузі техніки;
 - г) рівня дизайнерського виконання;
 - д) особистих якостей конструктора.
16. Який тип конструювання відноситься до конструювання за змістом?
- а) мислене конструювання;
 - б) конструювання окремих деталей і вузлів технічного об'єкта;

- в) графічне;
 г) предметно-маніпуляційне.
17. Моделювання – це конструювання чи ні?
 а) повністю конструювання;
 б) немає нічого спільного;
 в) залежно від ситуації – перший етап конструювання;
 г) останній етап конструювання.
18. Предметно-маніпуляційне конструювання – це:
 а) одночасно робота рук і думки людини в процесі створення об'єкта;
 б) розроблення робочих креслень;
 в) конструювання лише мислено;
 г) робота лише рук людини;
 д) заміна існуючого пристрою новим.
19. Спільне в професійному та навчальному конструюванні:
 а) однакова діяльність від початку до кінця при створенні об'єкта;
 б) існування етапів конструювання;
 в) однакові вимоги до знань;
 г) присутні операції оздоблення створеного виробу;
 д) однакова підготовка до виготовлення.
20. Якою є послідовність етапів професійного конструювання?
 а) прогнозування, вивчення завдання, розроблення технічного проекту, розроблення робочого проекту;
 б) прогнозування, вивчення завдання, ескізне конструювання, розроблення робочого проекту;
 в) уточнення технічного завдання, ескізне конструювання, розроблення технічного проекту, розроблення робочого проекту;
 г) вивчення завдання, прогнозування, ескізне конструювання, конструювання.
21. У якому з методів роз'язку творчих технічних задач неможливо створити наукову методику його використання та чому?
 а) мозковий штурм;
 б) спроб і помилок;
 в) синектика;
 г) морфологічний аналіз;
 д) контрольних запитань.
22. Головна особливість методу спроб і помилок:
 а) використовують найдовший термін;
 б) є найбільш простим і доступним;
 в) відсутня методика використання;
 г) частково присутній у всіх сучасних методах;
 д) не дає можливості побачити нові задачі..
23. На якій особливості творчого процесу людини базується метод мозкового штурму?
 а) виникнення ідей під впливом ідей, висловлених іншими;
 б) поділ людей на генераторів ідей і критиків;
 в) виникнення ідей при постановці людині запитань;
 г) асоціативне мислення;
 д) обхідне мислення.
24. Який метод базується на тому, що у людей виникають ідеї під впливом ідей, висловлених іншими?
 а) спроб і помилок;
 б) мозковий штурм;
 в) тінювий мозковий штурм;
 г) синектика;
 д) контрольних запитань.
25. У якому методі використовуються різного типу аналогії та які?
 а) контрольних запитань;
 б) морфологічний аналіз;

- в) синектика;
 - г) фокальних об'єктів;
 - д) мозковий штурм.
26. У якому з методів використовується некерований механізм творчості?
- а) спроб і помилок;
 - б) мозковий штурм;
 - в) фокальних об'єктів;
 - г) контрольних запитань;
 - д) синектика.
27. Який метод дає можливість дослідити відразу багато розв'язків певної технічної задачі?
- а) спроб і помилок;
 - б) морфологічний аналіз;
 - в) синектика;
 - г) мозковий штурм;
 - д) контрольних запитань.
28. Який метод базується на тій особливості, що у людей виникають ідеї, коли їм ставлять запитання?
- а) синектика;
 - б) спроб і помилок;
 - в) мозковий штурм;
 - г) морфологічний аналіз;
 - д) контрольних запитань.
29. У яких конструкторських задачах необхідно з числа відомих деталей чи вузлів підібрати такі, які забезпечили б виконання функцій, що вимагаються від пристрою?
- а) доконструювання;
 - б) переконструювання;
 - в) «проблемний ящик»;
 - г) задачі на конструювання згідно з технічним завданням;
 - д) задачі на моделювання.
30. Який критерій при виборі кращих варіантів конструкції характеризує конструкцію як таку, що відповідає мінімальним затратам у процесі її виготовлення?
- а) досконалість конструкції;
 - б) функціональність;
 - в) виховна дія;
 - г) технологічність.
31. Що розуміють під проектуванням об'єкта?
- а) опис технології виготовлення деталей, що складають об'єкт;
 - б) створення проекту, прообразу або прототипу передбачуваного об'єкта або стану;
 - в) дотримання вимог машинобудівної технології;
 - г) розроблення документації, необхідної для виготовлення та експлуатації виробу;
 - д) визначення відхилень форми та розташування поверхонь деталей.
32. Як перекладається з латинської *construere*?
- а) будувати, споруджувати, створювати;
 - б) з'єднувати в загальну конструкцію;
 - в) розміщувати окремі частини об'єкта;
 - г) обґрунтовувати параметри форми та будови об'єкта;
 - д) створювати конструкцію об'єкта.
33. Що розуміють під конструюванням об'єкта?
- а) опис будови об'єкта;
 - б) складання технічного завдання на розроблення проекту об'єкта;
 - в) дотримання вимог машинобудівної технології;
 - г) розроблення документації, необхідної для виготовлення та експлуатації виробу;
 - д) варіативність вирішення конструкторської задачі.

34. Які варіанти конструювання об'єкта не використовуються на практиці?
- існуючий технічний пристрій замінюється новим;
 - поліпшуються окремі параметри робочого технічного пристрою;
 - поліпшується технологія виготовлення деталей робочого технічного пристрою;
 - поліпшуються окремі техніко-економічні показники робочого технічного пристрою;
 - конструюється принципово новий технічний пристрій.
35. Що розуміють під конструкцією об'єкта?
- найбільш вдале вирішення конструкторської задачі;
 - зміну окремих елементів виробу при збереженні його основи;
 - будову об'єкта, яка визначає взаємне розміщення його елементів; способи з'єднання та взаємодію частин; вибір матеріалів;
 - параметри й умови роботи об'єкта;
 - варіативність вирішення конструкторської задачі.
36. Які етапи не включаються в процес створення машин і технічного устаткування?
- розроблення патентної документації;
 - інженерне прогнозування;
 - конструювання;
 - підготовка й освоєння виробництва;
 - розвиток раціоналізаторської діяльності.
37. Процес конструювання технічного пристрою умовно поділяється на етапи. Якого з них не існує?
- розроблення патентної документації;
 - розроблення технічного проекту;
 - уточнення технічного завдання;
 - створення робочого проекту;
 - ескізне конструювання.
38. Які документи не розробляють на стадії технічного проектування?
- складальні креслення;
 - специфікації;
 - габаритні креслення;
 - схеми;
 - робочі креслення деталей;
 - теоретичні креслення.
39. Технічна пропозиція – це:
- опис будови об'єкта;
 - документація, необхідна для виготовлення об'єкта;
 - варіант технічного завдання;
 - документ, який зазначає конструктивні, технологічні та експлуатаційні особливості об'єкта, що розробляється;
 - документ, розроблений на основі аналізу технічного завдання та різних варіантів можливого конструювання об'єкта;
 - узагальнений образ технічного об'єкта, що уточнює його принципову схему.
40. Чи можна вносити зміни в технічне завдання?
- ні;
 - так, коли узагальнюється, оптимізується результат;
 - так, коли передбачається поліпшення розроблюваного технічного устаткування;
 - так, коли розробляється загальна конструкція виробу;
 - так, коли створюються умови для розвитку раціоналізаторської діяльності.
41. Які дані не входять у зміст технічного завдання?
- мета створення об'єкта;
 - параметри й умови роботи;
 - технічні умови та вимоги до об'єкта;
 - опис побудови об'єкта;
 - строки використання об'єкта.

42. Які види розрахунків належать до техніко-економічних?
- а) розрахунок переміщень, швидкостей, прискорень, передатних чисел кінематичних ланцюгів тощо;
 - б) розрахунки продуктивності, вартості, ефективності використання;
 - в) визначення напруг і деформацій елементів машини в робочих режимах;
 - г) розрахунок навантажень деталей і їхніх змін у часі;
 - д) розрахунок розмірних ланцюгів, координат, проміжків.
43. Яка вимога відноситься до ергономічних вимог?
- а) зручність обслуговування та ремонту;
 - б) технологічність;
 - в) довговічність;
 - г) функціональність;
 - д) надійність;
 - е) витонченість.
44. Яка вимога відноситься до естетичних вимог?
- а) зручність обслуговування та ремонту;
 - б) технологічність;
 - в) конструктивність;
 - г) функціональність;
 - д) довговічність;
 - е) образність.
45. Що є особливістю конструювання?
- а) єдність утилітарних, ергономічних та естетичних вимог із домінуванням утилітарних;
 - б) єдність утилітарних, ергономічних та естетичних вимог із домінуванням ергономічних;
 - в) єдність утилітарних, ергономічних та естетичних вимог із домінуванням естетичних;
 - г) єдність утилітарних, ергономічних та естетичних вимог;
 - д) єдність утилітарних, ергономічних та естетичних вимог із домінуванням утилітарних та ергономічних.
46. Які властивості не належать до критеріїв конструювання?
- а) надійність;
 - б) технологічність;
 - в) багатоваріантність;
 - г) економічність;
 - д) уніфікація;
 - е) довговічність.
47. Яка конструкція технічного об'єкта не вважається вдалою?
- а) яка забезпечує більшу гнучкість;
 - б) простіша в експлуатації;
 - в) простіша у виготовленні;
 - г) мінімально матеріало- і трудоємна;
 - д) простіша у складанні;
 - е) зручніша при експлуатації та транспортуванні.
48. Що таке якість виробу?
- а) процес конструювання виробу;
 - б) сукупність властивостей виробу, які відповідають його призначенню;
 - в) організація й умови праці;
 - г) технологічний процес, що використовується в процесі складання об'єкта;
 - д) відповідність виробу вимогам технічної естетики;
 - е) ступінь наближеності готового виробу до проєктованого (прототипу).
49. Який із вказаних показників не належить до характеристики економічності конструкції технічного об'єкта?
- а) собівартість;
 - б) експлуатаційні витрати;
 - в) строк експлуатації;

- г) строк окупності;
 - д) коефіцієнт конструктивної наступності.
50. Які параметри не забезпечують економічність конструкції технічного об'єкта?
- а) раціональне спрощення конструкції;
 - б) правильний вибір точності обробки;
 - в) застосування стандартних деталей;
 - г) збільшення кількості елементів у роз'ємах;
 - д) спрощення складання;
 - е) використання матеріалів відповідно до навантаження.
51. Вказати кількісні показники надійності конструкції.
- а) гарантійний ресурс, імовірність безвідмовної роботи;
 - б) ремонтпридатність, збережуваність;
 - в) економічність і технологічність;
 - г) взаємозамінність, рівень уніфікації;
 - д) рівень типізації, використання стандартних деталей.
52. Якими ознаками не володіє достатньо надійна конструкція технічного об'єкта?
- а) достатньою міцністю;
 - б) достатньою жорсткістю;
 - в) допуском регулювання;
 - г) можливістю деформування без руйнування окремих деталей;
 - д) певною зносостійкістю;
 - е) антикорозійними властивостями.
53. Яким чином не можна підвищити надійність конструкції?
- а) збільшенням міцності;
 - б) збільшенням маси;
 - в) збільшенням жорсткості;
 - г) розробленням раціональних схем навантаження;
 - д) зменшенням кількості елементів у роз'ємах.
54. Які з указаних факторів не впливають на надійність конструкції об'єкта?
- а) кількість складових елементів об'єкта;
 - б) якість виготовлення деталей;
 - в) дотримання норм експлуатації;
 - г) простота і безпека монтажу й обслуговування;
 - д) збільшення жорсткості та міцності;
 - е) технологічна наступність.
55. Які ознаки не характеризують надійність конструкції об'єкта?
- а) безвідмовність;
 - б) трудоємність виготовлення й експлуатації;
 - в) довговічність;
 - г) ремонтпридатність;
 - д) простота і безпека монтажу й обслуговування.
56. Які фактори не забезпечують підвищення довговічності конструкції?
- а) висока якість обробки деталей;
 - б) усунення вібрації;
 - в) зменшення тертя;
 - г) підвищення жорсткості;
 - д) збільшення тертя;
 - е) використання оптимальних перерізів елементів;
 - ж) використання захисних і запобіжних пристроїв.
57. Які параметри не підвищують технологічність конструкції?
- а) застосування взаємозамінних деталей;
 - б) застосування найбільш дешевих матеріалів;
 - в) вибір матеріалів з урахуванням характеру та величин навантаження;
 - г) спрощення форм поверхонь деталей;
 - д) правильний вибір точності деталей.

58. У якому разі конструкція виробу не вважається технологічною?
- використання уніфікованих складальних одиниць і стандартизованих деталей;
 - раціональний вибір форми деталей;
 - збільшена трудоемність виготовлення;
 - зменшена трудоемність виготовлення;
 - зручність підведення та відведення ріжучих інструментів;
 - технічно обґрунтована точність виготовлення.
59. Що називають функціональними параметрами об'єкта?
- статистично ймовірні характеристики експлуатаційних показників виробу;
 - параметри, які впливають на службові функції виробу та його експлуатаційні показники;
 - параметри, які розширюють застосування універсального обладнання;
 - характеристики економічності й технологічності виробу;
 - параметри ремонтпридатності та ймовірності безвідмовної роботи.
60. Що називається уніфікацією?
- коефіцієнт використання матеріалу;
 - технологічно обґрунтована точність виготовлення;
 - мінімальна собівартість виробу;
 - раціональне використання об'єктів однакового функціонального призначення на основі оптимальних типорозмірів;
 - базові поверхні деталей.
61. Яка з указаних ознак не належить до переваг уніфікації?
- спрощення процесу виготовлення деталей;
 - зручність установки деталей при обробці;
 - спрощення складання виробу;
 - прискорення процесу конструювання;
 - прискорення процесу ремонту.
62. Чим пояснюється широке застосування уніфікації й агрегування в машинобудуванні?
- зниженням собівартості виготовлення, скороченням строків розроблення виробів та організації їх виробництва;
 - збільшенням різноманітності використання елементів деталей;
 - можливістю використання універсального обладнання;
 - збільшенням гарантійного ресурсу та ймовірності безвідмовної роботи виробів;
 - збільшенням ремонтпридатності та збережуваності.
63. Надійність – це:
- здатність конструкції виконувати задані функції, зберігаючи експлуатаційні показники в заданих межах протягом необхідного проміжку часу;
 - зручність обслуговування та ремонту;
 - продуктивність, універсальність, багатофункціональність об'єкта;
 - раціональне використання об'єктів однакового функціонального призначення;
 - досягнення гранично високих техніко-економічних показників.
64. Оберіть одне з наведених нижче положень, що пов'язане з поняттям «економічність конструкції»:
- підвищення рівня економічних знань конструкторів;
 - корегування техніко-економічних показників у процесі проектування, що забезпечує вибір варіанта конструкції за принципом мінімуму сумарних витрат;
 - раціональне використання об'єктів однакового функціонального призначення на основі оптимальних типорозмірів;
 - забезпечення взаємозамінності та багаторазового використання однотипних деталей, складальних одиниць, типорозмірів матеріалів;
 - забезпечення в процесі конструювання єдності утилітарних, ергономічних і естетичних вимог, зручності обслуговування та ремонту, багатофункціональності об'єкта.
65. Якими критеріями конструювання керується конструктор у процесі проектування технічного об'єкта (наведіть повну правильну відповідь).
- точність, якість, матеріалоемність;
 - надійність, довговічність, економічність, технологічність, уніфікація;

- в) міцність, довговічність, продуктивність, універсальність, багатофункціональність;
 - г) типізація, стандартизація, продуктивність, довговічність, ремонтпридатність;
 - д) безвідмовність, ремонтпридатність, функціональність, виразність, собівартість.
66. Як визначається економічний ефект від використання технічного об'єкта?
- а) величиною конструкторських і енергетичних витрат;
 - б) мінімально можливою матеріало- і трудоємністю та експлуатаційними витратами;
 - в) терміном безперебійної роботи за нормальних режимів експлуатації;
 - г) збільшенням загального строку служби об'єкта;
 - д) відношенням отриманого результату від використання об'єкта (корисної віддачі) до витрат на його створення, включаючи експлуатаційні витрати за весь період роботи;
 - е) вартістю продукції або корисної роботи, виконаної за одиницю часу.
67. У чому полягає критерій конструювання – конструктивність?
- а) забезпечення виробничих і експлуатаційних характеристик конструкції на основі простоти і зручності виготовлення, складання, регулювання й обслуговування об'єкта;
 - б) досягнення можливо високих техніко-економічних показників, полегшення виготовлення й експлуатації;
 - в) раціональне використання об'єктів однакового функціонального призначення на основі оптимальних типорозмірів;
 - г) забезпечення мінімальної трудоємності виготовлення та максимального коефіцієнта використання матеріалів і коефіцієнта конструктивної та технологічної наступності.
68. Яким чином не можна підвищити конструктивність об'єкта?
- а) простою і доцільністю конструкції;
 - б) малогабаритністю конструкції;
 - в) використанням відповідних технологічних процесів;
 - г) мінімальною матеріалоємністю;
 - д) раціональним розчленуванням об'єкта на складові одиниці і деталі;
 - е) використанням стандартних деталей і складових одиниць.

Література

1. Трудове навчання : 5-12 : програма для загальноосвіт. навч. закл. / Л. І. Денисенко, Г. А. Кондратюк, В. М. Мадзігон та ін. – К. ; Ірпінь, 2005. – 256 с.
2. Кобернік О. М. Методика організації проектно-технологічної діяльності учнів на уроках трудового навчання / О. М. Кобернік, С. М. Ящук. – Умань, 2001. – 82 с.
3. Кобернік О. М. Проектування і виготовлення учнями виробів з металу / О. М. Кобернік, С. М. Ящук // Трудова підготовка в закладах освіти. – №3. – 2002. – С. 29-32.
4. Ящук С. М. Виконання основних етапів проектування на уроках трудового навчання / С. М. Ящук // Трудова підготовка в закладах освіти. – №2. – 2003. – С. 13-16.
5. Терещук А. Навчання учнів основних етапів проектно-технологічної діяльності / А. Терещук, А. Вдовиченко // Трудова підготовка в закладах освіти. – №4. – 2004. – С. 10-13.
6. Ящук С. М. Методика проектного навчання в 5 класі під час вивчення технології обробки деревини / С. М. Ящук // Трудова підготовка в закладах освіти. – №1. – 2006. – С. 6-10.
7. Бербец Т. Г. Самостійна робота учнів під час виконання творчих проектів / Т. Г. Бербец // Трудова підготовка в закладах освіти. – №4. – 2004. – С. 13-15.
8. Трудове навчання : 5 кл. : Підручник для загальноосвіт. навч. закл. / Б. М. Терещук, В. І. Туташинський. – К. ; Арка, 2005. – 207 с.
9. Колотилов В. В. Техническое моделирование и конструирование / В. В. Колотилов. – М. : Просвещение, 1983. – 254 с.
10. Трудове навчання : 6 кл. : підручник для загальноосвіт. навч. закл. / В. М. Мадзігон, Г. А. Кондратюк, Г. Є. Шевченко та ін. – К. ; Ірпінь : Перун, 2006. – 192 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Тарара Анатолій Михайлович

**ТЕХНІЧНА ТВОРЧІСТЬ
УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ
ПРОЕКТНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

Навчально-методичний посібник

Редактор Бартош С. В.
Верстка Лоза В. С.
Обкладинка Мирончик Ю. П.

Підписано до друку 09.09.2014 р. Формат 70x100 1/16
Гарнітура Петербург. Друк. офсетний. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 11,05
Наклад 300 пр.

**Видано за рахунок державних коштів.
Продаж заборонено.**

Видавництво «Педагогічна думка»
04053, м. Київ, вул. Артема, 52-а, корп.2;
тел./факс: (044) 484-30-71

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовників
та розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК № 3563 від 28.08.2009 р.

Тарара Анатолій Михайлович – кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідувач лабораторії трудової підготовки і політехнічної творчості Інституту педагогіки НАПН України