

**Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія**



**І.Ф. Червоний
М.Г. Сидоренко
В.М. Печеннікова
Р.М. Воляр**

Науково-педагогічний практикум

Конспект лекцій

для студентів спеціальності 7.090802
«Металургія кольорових металів»

Запоріжжя
2006

Міністерство освіти і науки України
Запорізька державна інженерна академія

Науково-педагогічний практикум

Конспект лекцій

для студентів спеціальності 7.090802
«Металургія кольорових металів»

Рекомендовано до видання
на засіданні кафедри МКМ,
протокол № 1 від 31.08.2006 р.

І.Ф. Червоний, М.Г. Сидоренко, В.М. Печеннікова, Р.М. Воляр. Науково-педагогічний практикум. Конспект лекцій / Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2006. – 100 с.

Конспект лекцій відображає педагогічний досвід авторів по підготовці магістрів і фахівців для роботи в промисловості, науково-дослідних і учбових організаціях. У конспекті висловлюються методи викладання і оволодіння студентами накопичених знань для розвитку бажаних людських якостей. Висловлюються основні функції освіти і учбово-виховної діяльності з її спеціалізованою, локальною метою передачі і засвоєння тієї або іншої суми знань і формування певних якостей особи.

Укладачі: І.Ф. Червоний, докт. техн. наук, професор, академік АН ВШУ
М.Г. Сидоренко, канд. техн. наук, доцент
В.М. Печеннікова, доцент
Р.М. Воляр, аспірант, асистент

Відповідальний за випуск: зав. кафедрою МКМ,
професор І.Ф. Червоний

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	4
1 ПЕДАГОГІКА І СУМІЖНІ НАУКИ	5
1.1 Основи педагогіки	6
1.2 Елементи психології	9
1.3 Елементи логіки	15
1.4 Методи встановлення причинного зв'язку	28
1.5 Деякі питання педагогіки вищої школи	30
2 ЛЕКЦІЯ ЯК ПРОВІДНА ФОРМА УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ У ВУЗІ	34
2.1 Науковий рівень	36
2.2 Виховний рівень лекції	37
2.3 Методичний рівень лекції	42
2.4 Риторичний рівень лекції	52
2.5 Лекція і підручник	55
3 ВІД ЗНАНЬ ДО УМІНЬ (ПРАКТИКУМИ)	57
3.1 Деякі питання технічної творчості	63
3.2 Лабораторний практикум	82
4 КОНТРОЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ	86
4.1 Контроль знань студентів при програмованому навчанні	92
5 МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ФОРМ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ	94
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ	98
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	99

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку вищої школи головна увага прямує на підвищення якості підготовки фахівців вищої кваліфікації. В процесі підготовки фахівців істотне значення має педагогічна підготовка викладачів вузів.

У реальних умовах розвитку суспільства ніякі людські якості не формуються поза певними видами діяльності. Разом з тим оволодіння системою знань не завжди приводить до розвитку бажаних людських якостей. Основне завдання навчання і виховання сьогодні зводиться не тільки до простого відтворення накопиченого і осмисленого раніше. Стратегічною метою освіти, орієнтованої на рішення принципово нових завдань, від яких залежить майбутнє людства, стає попереджуюча підготовка людини, тобто формування у нього тих якостей, які розглядаються як тенденції їх відповідності бажаному майбутньому.

У нових історичних умовах основні функції освіти далеко виходять за рамки учбово-виховної діяльності з її спеціалізованою, локальною метою передачі і засвоєння тієї або іншої суми знань (умінь і навиків), з одного боку, і формуванням певних якостей особи, з іншою: відтепер справжня соціальна суть і роль освіти повинні розкриватися тільки в співвідношенні з фундаментальними суспільними процесами виробництва (соціалізації) особи як культурно-історичного суб'єкта і головної продуктивної сили суспільства, а також, в ширшому контексті, відтворення всього соціально-культурного досвіду (включаючи пізнавальний) сучасної цивілізації.

ЮНЕСКО закликає виходити в своїх концепціях освіти, зокрема вищого, з розуміння важливості активного освоєння студентами культурного генофонду і відповідно посилення ролі дисциплін культурологічного профілю в учбовому процесі. Саме культура перетворює нас в гуманні, розумні, практично мислячі істоти з моральними зобов'язаннями. З її допомогою ми розрізняємо Цінності і робимо вибір, усвідомлюємо себе як незавершений продукт природи, критично осмислюємо свої досягнення, невпинно шукаємо новий сенс існування

Конспект лекцій розроблений на основі навчально-методичного посібника Конфедератова І.Я., а також з використанням науково-методичної збірника МОНУ і матеріалів ЮНЕСКО з проблем вищої школи.

1 ПЕДАГОГІКА І СУМІЖНІ НАУКИ

Навчання можна розглядати як процес передачі накопиченої інформації від покоління до покоління. Вважається, що об'єм наукової інформації, що накопичується для передачі від одного покоління до іншого, зростає по геометричній прогресії, все більш і більш утруднюючи передачу цієї інформації, ускладнюючи процес цієї передачі – навчання. У окремому випадку це процес передачі знань від їх носія (повчального) до людини, що не володіє цими знаннями (навчаному). В результаті цього процесу в ідеалі навчаний повинен стати володарем всіх знань, які передаються йому повчальним. Насправді навчаний засвоює тільки деяку частку від знань повчального, що передавалися йому; чим менша ця частка, тим нижче, очевидно, ефективність процесу навчання.

Але знання не є самоціллю. У володаря знань вони служать основою для утворення *умінь*. Уміння переходять в навик, що виявляються в найрізноманітнішій формі і службовці основою до становлення *майстерності*. Істотно та обставина, що якщо середня школа формує у навчаного ряд умінь, на підставі яких він може формувати нові уміння, направлені на вибраний рід діяльності, то вища школа ставить своїм завданням формувати фахівця, готового відразу ж після отримання диплома зайняти робоче місце інженера, лікаря, вчителя і т.д. Сума знань і заснованих на них умінь з необхідними навиками і майстерністю визначають рівень утворення навчаного. Залежно від характеру засвоєних знань освіта може бути елементарною, глибокою, загальною, спеціальною, вузькою, широкою і т.д. Проте освіта з властивими йому якісними характеристиками хоч і є метою навчання, але не єдиною.

В процесі навчання відбувається виховання навчаного. Навчання формує систему знань про предмети, явища і процеси об'єктивного світу і заснованих на них умінь і навиків. Виховання формує самого навчаного, додаючи йому нові якості, що виявляються в його відношенні до пізнаваного до навколишньої дійсності. Наприклад, в кожному вузі є кафедра фізичного виховання, але ніде немає кафедри розумового виховання, оскільки завдання розумового виховання розв'язується викладачами всіх дисциплін. Всі учбові дисципліни беруть участь у вихованні мислення навчаних, формуванні їх світогляду. Читаючи той або інший курс, викладач неминуче бере участь у вихованні мислення, формуванні інтелектуальної зовнішності навчаного, або робить з нього комору фактів, засновану тільки на здатності зберігати їх в пам'яті, або формує, тренує, шліфує його мислення, створюючи на своєму учбовому матеріалі уміння діалектично мислити, набувати навиків мислення, здатності переносити ці навиків на інші ситуації, виховує творчу особу. Одна з форм відношення до пізнаваного,

що грає істотну роль в процесі виховання інтелекту, виявляється як в позитивному, так і в негативному значеннях: «вірю» або «не вірю».

Тому однієї з найважливіших форм відношення навчаних до пізнаваного в процесі навчання, виховуваних в їх свідомості навчаним, є віра в істинність знань і об'єкту вивчення. Але якщо навчаний сліпо вірить в те, чому його навчають, то саме тут виникають перші елементи догматизму, не належного мати місця в процесі формування радянського фахівця. Довідність – одне з головних знарядь викладача в єдиному процесі навчання і виховання. Складність процесу навчання і виховання, його значущість, для суспільства послужили причиною виникнення і розвитку спеціальної науки, що досліджує цей процес – *педагогіки*. Розглядаючи педагогіку вищої школи, стисло охарактеризуємо її структуру і зв'язок з іншими науками.

1.1 Основи педагогіки

Теоретичні основи педагогіки можна розглядати в двох взаємозв'язаних напрямках: *дидактика* і *теорія виховання*.

Дидактику можна розчленувати на три області, що включають принципи, форми і методи навчання. Дидактика базується, розвивається і збагачує учбовий процес на основі певних принципів: науковості, систематичності, зв'язку теорії з практикою, свідомості і активності, наочності, міцності засвоєння, доступності. Ясно, що не всі ці принципи однаковою мірою застосовні в початковій, середній і вищій школі. Якщо принципи науковості, зв'язку теорії з практикою, міцності засвоєння застосовні на всіх ступенях навчання, то, наприклад, принцип наочності, що має величезне значення в процесі навчання школяра, в роботі вузу використовується відносно рідко, оскільки студенти вже володіють абстрактним мисленням і його слід всемірно розвивати.

Загальні принципи дидактики не викликають сумнівів. Питання може полягати тільки в тому, як ці принципи краще реалізувати в учбовому процесі в тій або іншій практичній області навчання і чи не можна їх доповнити новими, виходячи із специфіки вищої технічної школи. Зупинимось дещо докладніше на принципах активності і наочності в навчанні. Процес передачі знання від повчального до навчаного – *активний процес* не тільки із сторони повчального, передавального свої знання, але і із сторони навчаного, такого, що сприймає ці знання. Цей процес не можна уявляти собі як переливання знання з високого рівня повчального до низького рівня навчаного у вигляді деякого «самопливу». Існуюче ділення форм учбового процесу на «активні» і «пасивні» вельми зовні. По цьому діленню лабораторний практикум – «активна» форма навчання, а лекція – «пасивна», оскільки в першому випадку навчаний діє руками (дія – акція, звідки «активний»), а в другому сидить і слухає, і якщо він не конспектує лекцію, то видимих дій, активності не проявляє.

Аналіз інструкцій по лабораторних практикумах показав, що у ряді випадків вони складені так, що, залишаючи за студентом право на активність рук, абсолютно не дають йому можливості проявляти активність в іншій, не менш важливій області – *мислити*. В процесі навчання здійснюються обидві форми активності: і *фізична*, і *розумова*. Якщо інструкція складена так, що навчаному абсолютно немає необхідності думати, якщо вся послідовність фізичних дії строго регламентована, то зовні «активне» навчання перетворюється на пасивне, навик досягається на рівні тренажу, а не на основі усвідомленого застосування знання і уміння. Така лабораторна робота – марна трата часу. При встановленні співвідношення між розповіддю і показом в процесі навчання (проблема наочності) слід виходити з того, що показ не потребує перетворення в систему символів, тоді як розповідь вдягнулася у форму символів, термінів, слів. Гідність показу в конкретності. Проте слід пам'ятати, що показ сам по собі не в змозі розкрити суть явищ і процесів. Розповідь (усна або письмова) засвоюється по її суті, виражена в абстрактних узагальненнях, асоціаціях, зв'язках; розповідь, що залишилася такою, незрозуміла, не запам'ятовується, як не запам'ятовується сказане на незнайомій мові. Досвід викладання показує доцільність умілого комбінування розповіді з показом. Можливі чотири форми поєднання розповіді з показом.

1. Показ (спостереження) дає аудиторії образ об'єкту, що вивчається, що супроводжується одночасно розповіддю, полегшує процес спостереження, систематизує його, спрямовує процес мислення, звертає увагу на істотну (наприклад, показ структурної моделі складної молекули, розташування атомів, їх зв'язку між собою і т. д.).
2. На основі спостереження (показу) і раніше засвоєних понять розповідь ведеться для осмислення і підтвердження суті спостережуваного явища або процесу (показ падіння пера і дробинки в повітрі і вакуумі і поняття про земне тяжіння приводять до нового поняття про постійність величини земного тяжіння).
3. Розповідь розкриває суть об'єкту, що вивчається, а подальший показ наочно закріплює сказане (розкривши, наприклад, суть зміни властивостей металів від температури, можна продемонструвати звучання срібного і олов'яного дзвіночків при кімнатній температурі і після охолодження олов'яного в рідкому повітрі).
4. На основі попереднього спостереження при подальшому поясненні потрібно розкрити зв'язки між явищами, зробити висновки, об'єднати, узагальнити окремі спостереження (наприклад, після демонстрації виникнення електричного струму при русі магніту в соленоїді повчальний приводить студентів до висновків про закон електромагнітної індукції).

Кожне з можливих поєднань розповіді з показом може бути найбільш ефективним в тих або інших конкретних умовах, залежних від об'єкту вивчення, об'єму інфо-

об'єму інформації, складу аудиторії і т.д. Показ сприяє реалізації принципу наочності в навчанні, проте не слід, прагнучи до реалізації цього принципу, забувати про наявність інших принципів, таких, як глибини засвоєння. Не потрібно дуже «захоплюватися» показом, наочністю, особливо у вищій школі. Привертаючи показ головним чином для поліпшення запам'ятовування, не слід забувати про достоїнства і переваги розповіді (усного або письмового) для засвоєння суті явищ і процесів. Це справедливо і при розробці підручників і навчальних посібників, де комбінація розповіді (зорового) з показом здійснюється в умілому поєднанні тексту і ілюстративного матеріалу. У структурі педагогіки серед форм учбового процесу на першому місці стоять лекція і підручник як джерела первинної "інформації, з одного боку, і, з іншого боку, як форми учбового процесу, в основному орієнтовані на формування знань. Але це не означає, що ці форми учбового процесу категорично відмінні від подальших (семінар, практикуми і т.д.), орієнтованих переважно на формування умінь і навиків (уміння формуються і при читанні лекцій, і при роботі з підручником).

Метод в педагогіці – це елемент системи дійповчального, що має на меті управління процесами формування нових понять в мисленні навчаних і виховання у них матеріалістичного світогляду і діалектичного мислення. Наукова розробка методів навчання забезпечує ефективнішу організацію цього процесу. Вона сприяє ефективнішій розробці приватних методик, що знаходять оптимальні рішення для здійснення процесу навчання в його окремих конкретних формах і умовах.

Отже, методіку можна розглядати як систему методів реалізації принципів дидактики в певних формах учбового процесу. Очевидно, що конкретні методи, вживані в тому або іншому конкретному випадку, залежать від ряду чинників, в числі яких: вік навчаних з його психічними особливостями; учбовий матеріал з властивими йому властивостями – конкретний, абстрактний, направлений на розкриття об'єкту, процесу або на оволодіння методами; кількість навчаних, таких, що доводяться на одного повчального; особистий контакт повчального з навчаним або навчаними чи ж зв'язок через підручник, радіо, телевізор; мета навчання, направлена на засвоєння абстрактних понять науки або на практичне оволодіння певними прийомами і навиками; задумана глибина, засвоєння матеріалу – від поверхневого уявлення про нього до детального аналізу: суть того, що вивчається зі всіма його взаємозв'язками і взаємозалежностями; терміни навчання, істотним чином впливаючи на кінцеву мету навчання; ступінь підготовленості навчаних для засвоєння даної дисципліни або її розділу і т.д.

Істотну роль в розкритті матеріалу тієї або іншої учбової дисципліни грає метод наукових досліджень, в ході яких цей матеріал був одержаний. У учбовій практиці на кафедрах теоретичних основ теплотехніки студентам викладаються дві дисципліни, вхідні до складу теорії теплотехніки: технічна термодинаміка і основи теп-

лопередачі. Одна має справу з процесом перетворення теплоти в роботу, інша – з його розповсюдженням. Обидві пов'язані з тепловими явищами, але глибоко різні. Термодинаміка виникла у середині минулого століття, а основи теплопередачі – в двадцятих роках нашого сторіччя. Термодинаміка виходить з одного абсолютного (сучасний розвиток науки вносить елементи відносності в цей закон) і одного відносного законів. Все інше – логічні побудови, наслідки цих законів. В цьому відношенні термодинаміка аналогічна геометрії, де декілька постулатів лежать в основі всієї будівлі класичної геометрії. Основи теплопередачі, особливо в явищах конвективного теплообміну, часто базуються на досвідчених даних. Тут весь матеріал одержаний шляхом експериментальних досліджень, що дають можливість узагальнень тільки в порівняно вузькій групі подібних явищ.

Методи пізнання цих двох груп явищ природи різні, що визначається суттю, характером цих явищ. Неминуче різними повинні бути і методи навчання, розкриття суті цих різних груп. В рамках однієї учбової дисципліни окремі її частини, положення, висновки, закони можуть розкриватися і доводитися різними методами, які багато в чому визначають і доцільність вибору методу формування цих частин, положень, висновків і законів в мисленні навчаних. Так, наприклад, історичний підхід до термодинаміки як до приватного прояву закону збереження і перетворення енергії може відображати індуктивний процес виникнення ряду відкриттів нових форм взаємозв'язку в природі, що приводить згодом до широкого узагальнення, до відкриття глибоких закономірностей. Але коли це узагальнення зроблене, коли закони термодинаміки сформульовані на основі індукції, настає період дедуктивних доказів і висновків як очевидних наслідків загальних законів. Складання методичних розробок (приватних методик) – велика, складна робота, що вимагає від викладача використання даних не тільки педагогіки, але також психології і логіки.

1.2 Елементи психології

У психології навчання питання про закономірності і принципи навчання виступає перш за все як питання про механізми формування понять. Існує декілька різних точок зору. Зупинимося на простій схемі: відчуття → сприйняття → уявлення → поняття.

Можна на конкретних прикладах уявити собі шлях від відчуттів до понять. Відчуття дають людині сприйняття ряду об'єктивних предметів природи, що мають яку-небудь спільність. Вдивляючись в простори моря, людина сприймає реальний вододіл між небом і водою, видимий їм як лінія горизонту; вдивляючись в промінь сонця, що пробився через крону дерев, людина сприймає прямизну лінії променя в міріа-

дах порошинок або крапель туману, що роблять промінь видимим; вдивляючись в сітку дощу, людина зором відчуває, сприймає шляхи окремих крапель.

У уявленнях людини про морський простір, сонячний промінь, падаючі краплі багато елементів сприйняття зникнуть: шум хвиль і баранчики піни, яскравість променя і волога прохолода дощу; уявлення, швидше за все, збереже в свідомості прямизну лінії горизонту, лінії променя, лінії падаючої краплі. А звідси прямий шлях до утворення абстракції – прямої лінії, позбавленої всіх супутніх їй властивостей зовнішнього світу, лінії, що виникла в мисленні у формі поняття, в лінії, якої немає в природі в її «чистому» вигляді. Знаючи психологічні закономірності переходу від відчуттів і сприйняття через уявлення до поняття, спираючись на закони і форми мислення, педагог може свідомо і цілеспрямовано використовувати ці закони для формування опосередкованого знання в мисленні навчаних, формуючи разом з тим і саме мислення. По суті слід замінити умовний і термін, що не відображає дійсну суть процесу, «передача» знань терміном «формування» знань. Потрібно виразно уявляти собі, що процес формування понять відбувається в мисленні самих навчаних, а роль викладача в тому, щоб допомогти їм направити увагу на їх суть.

Між фактом і його значенням (суттю) лежить не просто опис, але і пояснення факту, розкриття його суті, це виключно важливо в процесі навчання. І.П. Павлов в своєму обігу до молоді говорив: *«Досліджуючи, експериментуючи, вивчаючи, не зупиняйтеся на поверхні фактів. Не будьте архіваріусами фактів. Шукайте причини, ними керівники»*. Наявність факту іноді може бути встановлена достатньо просто шляхом показу. Але тут ще немає розуміння, факт залишається незасвоєним, неусвідомленим. Необхідний наступний ступінь в пізнанні – «утворення абстракцій». Тут то і виступають «причини, що управляють фактами», причини, що не сприймаються ні зором, ні слухом, але *що визначають суть*, а, отже, що визначають і *пізнання її*.

Одним з істотних елементів, вірніше, властивостей психіки, що мають величезне значення в організації і проведенні процесу навчання, є увага, спрямованість свідомості на певний об'єкт, активна зосередженість на тому, що сприймається в тій або іншій формі: бачиться, чується, відчувається. Увага людини має виборчий характер: звертаючи свою увагу на одні об'єкти сприйняття, людина може відволікатися від інших. Тренування «вибірковості» уваги дає можливість читати або писати під звуки музики або шум. Увага не може розглядатися як особливий елемент психіки: увага в тому або іншому ступені властиво всім психічним процесам, є особливою умовою їх протікання. Існує два види уваги: *мимовільне* і *довільне*. Мимовільна увага виникає переважно при раптових різких зовнішніх сигналах, наприклад попереджувальний сигнал автомобіля. Увага може бути і довільним, таким, що свідомо направляється на той або інший факт, явище, процес, думку і т.д. шляхом вольового зу-

силля, старання, зосередження. Викладач, очевидно, повинен знати і уміти використовувати можливості впливу як на мимовільне, так і на довільну увагу навчаного.

Сила і раптовість зовнішнього подразника направляють на себе мимовільну увагу: вигукування, яскраве світло, удар блискавки, свисток, раптова зміна звичної обстановки. Ці чинники можуть привернути увагу на себе, проте це залучення не може бути тривалим і використовується для відвернення уваги від інших об'єктів, для початкового етапу можливого «управління» увагою. Тривала увага забезпечується переважно інтересом навчаного до об'єкту вивчення, а також умінням повчального порушити і підтримувати цей інтерес.

Це може бути безпосередній інтерес, коли об'єкт, що привертає до себе увагу, цікавий сам по собі, або своїм змістом, або формою розкриття. Так, цікава книга може настільки оволодіти увагою, що читає «не чує» і «не бачить» що-небудь гучне і яскраве, але лежаче поза сферою його уваги. Це може бути і опосередкований інтерес, коли навчаний, вольовим зусиллям направляє свою увагу на що-небудь, що не викликає безпосереднього інтересу. Ми часто використовуємо такого роду опосередкований інтерес, коли переконуємо навчаного, що без засвоєння того або іншого положення (не привертаючого собою безпосереднього інтересу навчаного) він не зможе скласти іспит, що входить, звичайно, в сферу безпосередніх інтересів навчаного.

Зупинимося стисло на деяких властивостях уваги.

Стійкість уваги. Як показують досліди, увагу, направлену на об'єкт, що не змінюється, рідко триває більше 5 секунд. Якщо об'єкт безперервно змінюється (наприклад, в кіно або біля телевізора), то увага звертається весь час до нових сторін об'єкту, воно може бути тривалим. Коли ж спостережуваний об'єкт не змінюється, але навчаний не пасивний в своєму відношенні до нього, то, якщо перед студентом, наприклад, стоїть завдання прослідкувати по карті лінії залізничних або шосейних колій повідомлення, він може довго і уважно розглядати географічну карту і, отже, його увага також буде тривалою.

Об'єм уваги – кількість об'єктів, що одночасно охоплюються увагою, – коливається в межах 7 ± 2 об'єктів. У викладанні розширення об'єму уваги можливо шляхом виділення (підкреслення, різних позначень за допомогою кольорової крейди і т.п.) окремих елементів або їх груп, що входять до складу пізнаваного цілого.

Розподіл уваги – одночасна спрямованість уваги на дві або декілька сторін або видів діяльності. Наприклад, увага студента, що записує лекцію, розподілено: він слухає лектора і одночасно веде конспект. Увага зосереджена на двох процесах, що виконуються синхронно. Другий приклад. Лектор, висловлюючи учбовий матеріал, спостерігає і оцінює реакцію аудиторії і окремих слухачів, одночасно стежить за правильним розподілом часу. Зміст лекції і її виклад повинні бути настільки наперед

продумано, щоб розподіл уваги не порушував ходу її викладу. Вимога перемикаати увагу з одного об'єкту на іншій шляхом вольового зусилля, свідомо і осмислено, повинна враховуватися у викладанні всякий раз, коли навчаний переходить до нового об'єкту. Питання не тільки в тому, щоб підготувати студентів до сприйняття нового матеріалу курсу, параграфа, розділу. Уміти перемикаати увагу необхідно і для полегшення систематизації запису сприйманого, і для дотримання послідовності викладу. В процесі навчання доводиться переходити не тільки від одного матеріалу до іншого, але і від одного методу його розкриття до іншого: від розповіді до показу, від констатації фактів до їх узагальнення і т.д. Оскільки серед тих, що навчаються є люди з рухомою, гнучкою увагою і з мало рухомим, –перемикаати увагу потрібно з урахуванням і цієї обставини.

Неуважність уваги – слабкість довільної уваги, студент відволікається, нестійкість або, навпаки, – сильна зосередженість уваги на одному об'єкті. Очевидно, що прояв неуважності у студентів створює додаткові труднощі в роботі викладача. Вище мовилося про єдність навчання і виховання. Одним з прикладів такого зв'язку є виховання уваги, яка багато в чому залежить від характеру педагогічних дій викладача в процесі навчання. Формування широких і стійких інтересів до об'єкту вивчення, стимуляція довільної уваги, рекомендації до тренування уваги, боротьба з пасивністю, неуважністю студентів –все це повинно використовуватися педагогом в цілях виховання уваги як однієї із сторін особи незалежно від змісту учбової дисципліни і форми учбовою процесу.

У психології розрізняють мимовільне і довільне запам'ятовування. Перше виникає без спеціальних зусиллі і намірів того, що із сторони запам'ятовує. Результати такого запам'ятовування можуть бути міцними, але безсистемними. У навчанні необхідно правильно використовувати закономірності довільного запам'ятовування. При цьому важливо враховувати різницю між механічним запам'ятовуванням і смисловим. Механічне запам'ятовування здійснюється переважно повторенням, у вигляді так званого «зубріння». Можна шляхом багатократного повторення запам'ятати, наприклад, постулат про те, що теплота сама собою не передається від тіл з низькою температурою до тіл з високою температурою. Проте таке запам'ятовування ще не дає знання. Для досягнення знання необхідно використовувати смислове запам'ятовування, включення того, що запам'ятовується в систему знань, що вже є у навчаного. При відтворенні учбового матеріалу якість запам'ятовування перевіряється найчастіше додатковим питанням «чому», відповідь на який можлива тільки при смисловою запам'ятовуванні.

Успіх запам'ятовування залежить від ряду чинників. При цьому повчальний в змозі впливати на них в тому або іншому ступені. Так, наприклад, результат

запам'ятовування багато в чому залежить від характеру матеріалу, що запам'ятовується, від форм його пред'явлення (словесної, письмової), від типу наочності, від якості сприйняття. Матеріал, даний в яскравій, емоційній формі, повно і точно, ясно і виразно, запам'ятається легшим і міцнішим. Для учбового матеріалу особливої важливості допустимі прийоми емоційного акцентування уваги. Закріплення пройденого шляхом повторення (але не у вигляді «зубріння») корисно не тільки при домашньому опрацюванні записів або тексту навчаними. Часто буває корисно для всієї групи (поток) повторити що-небудь важливе, причому повторити в новому освітленні. Всяке знання, що не закріплюється повтореннями або його використанням, забувається. Тому не слід дивуватися, що студенти «все забули», треба допомогти їм відновити забуте в пам'яті.

Забуває – природний процес, а не недолік в роботі повчального або студента, якщо забулося те, що притягувалося як допоміжний матеріал для розкриття і запам'ятовування основного, головного, а це основне міцно або навіть назавжди збереглося в пам'яті.

Для повчального процес відтворення може служити вірною оцінкою не тільки того, «знає» або «не знає» навчаний матеріал, який він зобов'язаний відтворити; по характеру відтворення можна судити і про характер запам'ятовування: механічному або смислового. Добре відтворене «своїми словами», говорить про усвідомлене, смислове засвоєння. На закінчення питання про пам'ять зупинимося на деяких її типах, властивостях (якостях) і її вихованні. Відмічено, а в психології доведено, що у одних людей пам'ять краще на відображення і відтворення конкретних образів, у інших – на слова, осмислені тексти.

Образна пам'ять краще зберігає наочні образи предметів і явищ, що виникли на основі безпосередніх зорових, слухових, дотикових або рухових відчуттів і сприйняття. Залежно від цього пам'ять може визначатися як зорова, слухова або рухова. Часто особливо розвинена образна пам'ять у людей, довгий час зв'язаних по роду своєї діяльності з матеріалом зорового або звукового характеру. Зорова пам'ять художників, слухова пам'ять музикантів і композиторів дивує людей; не менш дивовижна пам'ять шахістів, що грають не дивлячись на дошку.

До якостей пам'яті слід віднести: швидкість, міцність і точність запам'ятовування. Всі ці якості цінні для навчання. Швидкість запам'ятовування (на жаль, далеко не завжди підтверджується її міцністю) дозволяє інтенсивніше проходити учбовий матеріал. При відтворенні на заліках, іспитах важливо, пам'ятати, що не всі однаково швидко «витягують» з своєї пам'яті потрібний матеріал.

Серед елементів психіки навчаного, що піддаються вихованню, перш за все треба відзначити пам'ять. Тренуванням (аналогічно прийомам фізичного виховання)

можна добитися значного зміцнення механічної пам'яті. З одним учнем був виконаний досвід: він зобов'язаний був запам'ятати і сказати удома спочатку перше слово, потім два, три і т.д. слова розповіді вчителя. Проводячи такий досвід тривалий час, вдалося добитися, що випробовуваний міг переказати удома всю розповідь вчителя слово в слово. Проте це не поліпшило у нього смислової пам'яті.

Логічна організованість учбового матеріалу – один з важливих чинників виховання смислової пам'яті. Сислове угруповання того, що запам'ятовується може бути викликане угрупованням учбового матеріалу по смислових зв'язках в процесі розкриття викладачем нових понять. Це сприяє точнішому, швидшому і міцнішому запам'ятовуванню, а також тренуванню смислової пам'яті.

Оскільки навчання передбачає необхідність запам'ятовувати, утримувати в пам'яті і пригадувати, те навчання є неминуче школою виховання пам'яті. Виховання пам'яті невіддільно від процесу навчання. Істотну роль в творчій роботі будь-якого роду грає *уява*. Звертаючись до області незвіданого, конструктор, вчений в своїй уяві створює і відбирає комбінацію таких умов, які давали б можливість перевірити намічену гіпотезу, конструкцію, закономірність. Тут повинна бути дана повна воля творчій уяві, розвиток якої в конкретних формах учбових процесів у вищій технічній школі зручно і доцільно здійснювати в процесі керівництва курсовим і дипломним проектуванням, учбовими науково-дослідними роботами. На хід і результати пізнавального процесу у великій мірі впливають і *відчуття*. Найсильніше джерело відчуттів полягає в *діяльності* людини, включаючи, звичайно, і його діяльність в процесі навчання. Відчуття напруги (іспит) і полегшення (відмітка в заліковій книжці), успіху (п'ятірка) і неуспіху (двійка) можуть дуже помітно виражатися в зовнішній поведінці людини: сміх, сльози, усмішка і т.д.

Емоційна мова лектора значно підсилює сприйняття сказаного їм, а разом з посиленням сприйняття посилюється і запам'ятовування. Використовуючи свій досвід, звертаючись до прикладів з життя, практики, літературних джерел, викладач може вміло викликати у навчаних, наприклад, цікавість, здивування, подив, допитливість, упевненість, чим сприятиме посиленню сприйняття учбового матеріалу. Не варто забувати і про емоції студентів. Адже виховання часто засноване на вихованні у навчаного емоційного відношення до матеріалу, що вивчається. Гордість за радянську науку, ненависть до фашизму і ряд інших моральних якостей (відчуття відповідальності, боргу, товариства, правдивість і ін.) можна виховати в навчаних на емоційній основі.

Емоції двох протилежних груп: приємних або неприємних, таких, що приносять задоволення або незадоволення, насолода або страждання, або інакше емоцій із знаком «+» і емоцій із знаком «-» повинні усвідомлено використовуватися в практиці

викладання. Воля *виявляється* в свідомих діях, направлених на подолання внутрішніх і зовнішніх перешкод. Добиваючись поставленої мети, людина з сильною волею долає перешкоди і доводить справу до кінця. Таке вольове подолання починає формуватися в процесі навчання з дитячого віку і добре відбито в народному прислів'ї: «Коріння учення гірке, плоди його солодкі».

Можна відзначити два напрями виховання волі в процесі навчання. Перше – подолання «гіркого» як застава майбутнього «солодкого». Друге – зробити «коріння» учення «солодким». Цей дуже серйозний напрям, в якому тільки потрібно виразно представляти: «солодке» не обов'язково легеньке. Процес навчання складний, іноді важкий, але хай він буде разом з тим «солодкий», наприклад, захоплююче цікавий, захоплюючий. Завдання перетвориться на подолання не «гіркого», а «важкого». У обох випадках потрібне вольове зусилля, але в першому воно не підтримується, не підкріплюється інтересом, цікавістю, допитливістю. Другий напрям має істотне значення в переході від малопродуктивної, «гіркої» праці до праці, що вимагає цікавої, захоплюючої людини «гри розуму», тобто творчості, що перетворює працю кінець кінцем з необхідності в потребу.

Приведений надзвичайно короткий перелік (не більше) елементів психології вже дає, проте, підстави судити про те, що кваліфікований педагог без свідомого використання даних психології, не має ефективних шляхів до підвищення продуктивності і якості своєї праці. Особливо важливо знати хоч би елементарні основи психології мислення і логіки, на яких будуються науково обґрунтовані методи розкриття учбового матеріалу, знаходяться оптимальні шляхи до рішення проблем навчання.

1.3 Елементи логіки

Як в процесі навчання, так і в процесі контролю засвоєння необхідно відрізнити те, що запам'ятовується без засвоєння від достовірно засвоєного, такого, що стало «своїм». Засвоєння понять реалізується через розумовий акт розуміння. Цей акт перш за все виражається у віднесенні (або включенні) сприйманих предметів або явищ, що представляються, до понять, що вже є у навчаного.

Для розкриття змісту понять існує логічна форма, звана визначенням. Побудова правильних визначень достатньо складно і повинно задовольняти наступним вимогам.

Вимога відповідності: об'єм визначуваного поняття, повинен бути рівний об'єму визначального поняття. Наприклад: «Шатун – деталь механізму, що перетворює обертальний рух в поступальний або назад». Якщо з приведенного визначення прибрати що-небудь, наприклад, слова «або назад» – визначення буде неповним, його об'єм стане менше об'єму повного поняття «шатун». Збільшення, пов'язані

з конструктивними особливостями шатуна будуть зайві, вийдуть за рамки істотних ознак, зроблять об'єм визначення меншим, ніж об'єм визначуваного поняття.

Вимога позитивності. Не можна давати визначення в негативній, негативній формі, наприклад: «Білий колір – це не чорний колір», «Виноград – це не помідор» і т.п.

Вимога нетавтологічної. Визначення не повинне в інших словах, в іншій формі включати те, що ще підлягає визначенню. Наприклад: «Біологія – це наука про життя». Таке визначення не вірно, оскільки воно повторює визначуване поняття «біологія» в перекладі на російську мову і саме вимагає пояснення. А що ж таке «наука про життя»?

Вимога визначати невідоме через відоме. У число визначальних ознак не можна включати такі, які самі невідомі і вимагають свого визначення. При визначенні через найближчий рід і видову відмінність встановлюється загальний клас (рід), до якого відноситься визначуване поняття, а потім усередині цього класу (роду) встановлюється відмінна ознака даного поняття. Наприклад: гвинт – деталь (рід); кріпильна деталь (вигляд усередині роду деталей). З іншого боку, гвинт як кріпильна деталь може бути родовим поняттям для різних видів гвинтів, що відрізняються за формою головки, характеру нарізки і ін. Число визначальних ознак не повинне бути надмірно великим. У нього повинні входити тільки ті ознаки, які необхідні і достатні для розрізнення даного поняття від всіх інших, що входять в даний рід (клас).

У **генетичному визначенні** як родовидового відмінна ознака використовується ознака, вказуючи на походження, освіту, виникнення, генезис визначуваного. Наприклад: «Коло – геометричне місце крапок, що утворюється рухом на площині крапки, що зберігає постійну відстань від центру руху», «Адіабата – крива процесу, що виходить в результаті розширення або стиснення робочого тіла без відведення або підведення тепла».

Часто застосовуються *визначення через протилежність* (не змішувати з приведеним неправомірним негативним, негативним визначенням), витікаючи з дійсної протилежності досліджуваних об'єктів. Наприклад: «На відміну від електрона, що несе негативну одиницю заряду, позитрон, при тій же масі, заряджений позитивно» (але не: «позитрон – це не електрон»).

Наукові поняття у ряді випадків формулюються у формі закону. Закон, сформульований його першовідкривачем і, якщо це має місце, розвинений і уточнений згодом, – дається навчаним у формулюванні, прийнятому в науці. На долю повчального припадає завдання розкриття істоти цього формулювання, доведення визначення закону до повного засвоєння студентами. Після ознайомлення з поняттям і формами його визначення можна перейти до питання про розумові операції.

Мабуть, завдання науково обґрунтованої постановки процесу формування знань в тому, щоб не стихійно, а свідомо і цілеспрямовано викликати у навчених потрібні розумові операції. Це дозволить обґрунтовано будувати доцільну послідовність дій, виходячи не тільки з того, що слідує передати навчаному, але і з того, як це зробити *найкращим чином*, з меншими витратами праці і часу і великим ефектом засвоєння. Це дозволить свідомо і цілеспрямовано впливати на яскравість, повноту, точність сприйняття, активно впливаючи на процеси запам'ятовування і мислення.

Неодноразово доводиться чути, що студентів потрібно учить тому, що вони «зустрінуть» на виробництві. Навряд чи можна заперечувати проти цієї установки при цільовому напрямі навчань на тісний і плідний зв'язок теорії і практики, школи і виробництва. Все питання в тому, що майбутні інженери зустрінуть на виробництві. Турбогенератор? Напівпровідникові прилади? Теплообмінні апарати? Сільськогосподарські машини? Так, все це і багато що інше вони дійсно зустрінуть. Але ми маємо можливість знайти спільність найрізноманітніших об'єктів, з якими доведеться працювати майбутнім інженерам, враховуючи навіть, що техніка за п'ять років їх навчання встигне зробити крок вперед. Всі вони: теплотехніка, і електрик, і транспортник, і зв'язківець, інженер будь-якого профілю, будь-якій спеціальності – неодмінно зустрінуться з щоденною необхідністю вирішувати технічні задачі, які, не дивлячись на різноманітність об'єктів на (виробництві і спеціальностей, мають ряд загальних принципових методів рішення.

Термін «рішення» виражає два різні поняття. Наприклад, студент говорить: «Я п'ять годин витратив на рішення цієї задачі, поки, нарешті, не одержав вірне рішення». Рішення-процес (на яке було потрібно п'ять годин) і рішення-результат («вірне», за словами студента). Поняття «рішення-процес» істотно у викладанні, тому що цей процес є і процесом формування мислення навчаного. Крім того, «рішення-процес» саме по собі важливий об'єкт вивчення, оскільки саме воно визначає суть інженерної творчості. На жаль, часто при рішенні задач увага студентів прямує майже виключно на рішення-результат. Із завдання виключається її творча суть, і вона перетворюється на нескладне, чисто механічно вирішуване математичне завдання з абсолютно однозначним, єдино можливим рішенням-результатом.

Наприклад, розв'язується завдання на пряме розтягування (з курсу опору матеріалів). У розпорядженні вирішального три взаємозв'язані між собою простим рівнянням величини: площа перетину, що піддається розтягуванню, – Π , що розтягує зусилля – $У$ і виникаюча в даному перетині напруга (зусилля на одиницю перетину) – $Н$. Очевидно, що $Н = У/\Pi$. У приведеній формі визначення напруги $Н$ – це не технічне завдання, а проста арифметична «на тему» з опору матеріалів. У цьому завданні замість зусилля можна узяти класичні яблука «дитячого» завдання, замість перетину

– число дітвори і підрахувати, скільки яблук дістанеться на одного дошкільника. Завдання набуває інженерного, технічного, творчого характеру в тому випадку, якщо визначенню підлягає зусилля **У** або міцний перетин **П**. Перша ознака трансформації «дитячого» завдання в творчу полягає в тому, що вона втрачає свою однозначність, у реального завдання, як правило, безліч рішень, залежних від величезного ряду конкретних умов, що диктуються життям, і суть завдання полягає не в елементарній арифметичній операції підрахунку, а в дослідженні з безлічі можливих оптимального рішення. Тут розкривається можливість подолання переконання, що склалося у студентів, у всесильності математичної інтерпретації складних явищ і процесів природи. «Підставимо у формулу», – говорить студент, вважаючи, що на цьому закінчується рішення інженерної задачі. Насправді справа йде далеко не так.

Перехід від теорії (у даному прикладі рівняння зв'язку елементів завдання) до практики, до життя здійснюється залежно від того, яке значення буде прийнято для напруги **Н**, що допускається, який матеріал буде вибраний для конструкції, що розраховується. Оптимальний варіант залежить від безлічі чинників: від географічного положення, від політичного устрою, від історичного періоду, від стану миру і війни, від ряду місцевих конкретних умов і безлічі інших чинників. Критерієм правильно вибраних значень, правильного обліку всіх аргументів завдання часто служить економічність рішення. Проте в практичній діяльності інженера в більшості випадків виникає необхідність знаходження оптимального рішення, де провідними віхами у виборі значення тієї або іншої досвідченої величини служать три основні чинники: *ефективність, інтенсивність, надійність*. Найчастіше студенти орієнтуються на показник ефективності (звичайно коефіцієнт корисної дії), забуваючи про чинники інтенсивності (напруга матеріалу, струму, поля; тиск, температура, частота і т. д.), про чинники надійності, а ці чинники набувають все більш і більш істотного значення.

Можна рішуче стверджувати, що один з істотних аспектів процесу навчання – *послідовне рішення пропонованих задач у порядку їх поступового ускладнення*, а всяка недооцінка «рішення-процесу» в практиці навчання є шкідливою, розтрачується час навчання на непотрібні, формальні заняття навчаних. Спільність «рішень-процесів» найрізноманітніших технічних і будь-яких практичних життєвих завдань полягає в тому, що всі вони є розумовими процесами, системою розумових операцій.

Звернемося до розумових операцій: 1. *Порівняння*. 2. *Аналіз*. 3. *Синтез*. 4. *Абстрагування (відвернення)*. 5. *Узагальнення*. 6. *Конкретизація*. 7. *Класифікація*. 8. *Систематизація*. 9. *Висновок*.

Порівняння – розумова операція встановлення між окремими предметами схожості або відмінності, рівності або нерівності, тотожності або протилежності. Видатний російський педагог-теоретик К.Д. Ушинській писав з приводу розумової операції

порівняння, що порівняння є основа всякого розуміння і всякого мислення. Все в світі ми дізнаємося не інакше як через порівняння, і якби нам представився який-небудь новий предмет, якого ми не могли б ні до чого прирівняти і ні від чого відрізнити, то ми не могли б скласти про цей предмет жодної думки і не могли б сказати про нього жодного слова. Будь-яке вимірювання, положення тіл в часі і просторі, форма і розміри об'єктів, що вивчаються, пізнаються шляхом порівняння з іншими або з вибраними одиницями порівняння – заходами.

Порівняння тому – один з найбільш широко поширених методів розкриття суті понять, до якого часто доцільно вдаватися на лекціях і при інших формах навчання. Порівняння широко застосовне в процесі розкриття суті абстрактних понять: електричний натиск (різниця потенціалів) порівнюють з конкретнішим гідравлічним натиском; характер протікання одного (невідомого, нового для навчаних) процесу порівнюється з характером протікання іншого (вже відомого навчаним) і т.д. Порівняння – розумова операція, яка завжди і цілком усвідомлено повинна бути на озброєнні повчального, як один з ефективних методів дії на внутрішній процес засвоєння знання.

Аналіз – уявне розкладання предмету, процесу, явища на частини – має істотне значення в утворенні понять. Утворення понять йде по шляху абстрагування від окремих, неістотних властивостей даного об'єкту, а це можливо тільки після виділення цих властивостей, тобто після розумової операції аналізу.

Синтез – розумова операція об'єднання в одне ціле окремих елементів, частин, ознак предмету або явища – служить основою для узагальнень, зокрема для наукових узагальнень. Так, об'єднуючи величезний і украй різноманітний ряд світлових, теплових, електричних, механічних явищ, що спостерігалися окремими ученими, природознавство ХІХ в. синтезувало істотні ознаки цих явищ і сформулювало їх загальну суть як універсальний закон збереження і перетворення енергії. Згадуючи про істотні ознаки явищ, що спостерігалися, слід сказати, що їх потрібно заздалегідь виділити, а це означає, що розумова операція синтезу неотделима від розумової операції аналізу.

У педагогічному процесі синтез і аналіз мають виняткове значення. Зокрема вони багато в чому визначають різницю в методах розкриття учбового матеріалу. Значення розумових операцій аналізу, синтезу і заснованих на них форм дедуктивних і індуктивних висновків полягає і в тому, що у викладанні ці операції і форми дозволяють усвідомлено використовувати метод або генезис науки, що самої викладається, або її розділу.

Абстрагування (відвернення) – розумова операція, вельми поширена в процесі викладання, коли ми абсолютно усвідомлено пропонуємо навчаним в думках відвер-

відвернутися від ряду реальних властивостей зовнішнього світу, кажучи про «невагомі» балки, «оборотні» процеси, «ідеальні» цикли, «абсолютну» пружність або чорнота, «стаціонарних» складаннях і т.п. Очевидно, всяке абстрагування припускає попередній аналіз, розчленовування ознак на істотні і неістотні в даній ситуації. Буває так, що абстракція у вигляді формули, рівняння, графіка відривається від фізичної суті описуваних явищ. Це часто виявляється при опитах, коли навчаний «виводить» формулу, «підставляє» значення, але не в змозі пояснити фізичний сенс явищ або процесів, описаних у формулі або рівнянні.

Узагальнення – уявне об'єднання схожих істотні ознак – як би продовжує розумові операції аналізу і абстрагування: спочатку об'єкт вивчення ділиться по тих або іншим ознакам на частини (аналіз), потім приватні, малоістотні в даній ситуації ознаки відкидаються (абстрагування), а потім шляхом синтезу відбувається процес об'єднання загальних ознак (узагальнення), внаслідок чого виникає нове збірне поняття, наприклад фрукти, рослини. Значення узагальнення не закінчується утворенням збірних понять, але вельми істотно для узагальнення не тільки ознак, але і закономірностей. Сам термін «узагальнення» показує, що в даному випадку (на відміну від синтезу, що становить щось ціле з різних елементів, як машину з її деталей), об'єднуються загальні, однакові ознаки, знаходиться спільність в зовні іноді абсолютно різному. Основа узагальнення – синтез, але підсумовування, інтеграція в операції узагальнення йде глибше, оперує з глибшими абстракціями. Це один з методів пошукової роботи. Так, пошуки причин, що управляють численними фактами, виявленими в хімічних експериментах, привели Д.І. Менделєєва до найбільшого узагальнення – періодичному закону. В процесі навчання узагальнення виключно важливе як метод ущільнення процесу пізнання. Замість того щоб, наприклад, пропонувати навчаним ознайомлення з безліччю однорідних схем, конструкцій, процесів, їм пропонуються узагальнені, властиві кожному з них істотні властивості, а деталізація переноситься на практику або подальшу виробничу роботу.

Конкретизація – розумова операція, що має, кажучи мовою математики, «зворотний знак» по відношенню до відвернення і узагальнення. Конкретизація дає можливість переходу від широких узагальнень, якими, наприклад, є закони електродинаміки або термодинаміки, до рішення приватних, конкретних задач на основі цих широких узагальнень. Рівняння теплового балансу парогенератора – приклад конкретизації загального, універсального закону збереження і перетворення енергії. Нам доводилося зустрічати повне нерозуміння цього у студентів. При питанні: «На якій підставі ви ставите знак рівності між прибутковою і витратною частиною теплового балансу?», баланс опинявся в представленні студента чимось умовним. Він не розумів,

що наявність в природі закону збереження і перетворення енергії робить баланс приватним проявом цього універсального закону, робить його «законним».

Конкретизація широко поширена у формі ілюстрацій і підкріплення узагальнених теоретичних відомостей, звернення до конкретних їх проявів у фактах, прикладах, посиланнях, по можливості наочних, доступних, яскравих. Можна, наприклад, конкретизувати прояв постулату Клаузіуса прикладом охолодження води в стакані, а законів електромагнітної індукції – демонстрацією діючої моделі генератора Грама. Конкретизація має велике значення в процесі виховання уміння вирішувати приватні технічні задачі і їх фрагменти на основі загальних законів.

Класифікація – розподіл предметів або явищ по класах відповідно якій-небудь загальній ознаці, що служить підставою класифікації. Класифікація – один із ступенів пізнання об’єктивного світу. Науковому узагальненню Ч. Дарвіна передувала величезна робота Кювье, Ламарка, Ліннея, Бюффона. Вони багато в чому помилялися, але заклали основи правильнішої класифікації. Правильне знаходження ознак класифікації, наукові основи класифікації привели Д.І. Менделєєва до відкриття періодичного закону. У учбовому процесі класифікація полегшує засвоєння учбового матеріалу. Можна, наприклад, дати простий перелік без виділення класифікаційних ознак: сучасна теплоенергетика знає чотири типу теплових двигунів – парову поршневу машину, парову турбіну, двигун внутрішнього згорання і газову турбіну. Але легше для засвоєння і глибше для сприйняття і, відповідно, для запам’ятовування, буде проста класифікаційна таблиця, заснована на двох ознаках теплових двигунів: робоче тіло і метод трансформації енергії:

Робоче тіло	Метод трансформації	
	Поршень	Ротор
Пара	Парова машина	Парова турбіна
Газ	Двигун внутрішнього згорання	Газова турбіна

У техніці, де є безліч елементів, що об’єднуються окремими ознаками, класифікація вельми корисна і сприяє викладанню, особливо у тому випадку, коли класифікатор знаходить ознаки, що дають можливість узагальнювати великі групи технічних об’єктів.

Так, наприклад, всі машини можна розбити всього лише на п’ять класів залежно від того, яка з трудових функцій людини передана тій або іншій групі машин:

- 1) транспортні машини – функція переміщення;
- 2) технологічні машини – функція зміни;
- 3) енергетичні машини – функція енергопостачання;

-
- 4) машини, що контролюють, управляють, функція контролю і управління;
5) логічні машини – функція формального мислення.

Горизонтальна межа між позиціями 3 і 4 відокремлює машини, результат роботи яких вимірюється фізичними одиницями вимірювання, від машин, результат роботи яких не вимірюється фізичними одиницями. Перша група замінює фізичний, а друга – розумова праця людини. Приведені приклади показують значення класифікації в процесі викладання, що додає об'єктам, що вивчаються, систему, логічність, а разом з цим прискорення засвоєння, міцніше запам'ятовування.

Систематизація, так само як і класифікація, є розумовою операцією впорядкування учбового матеріалу і відрізняється від класифікації тим, що в даному випадку окремі факти розподіляються не за властивими їм загальними ознаками, а в певному тимчасовому (періодизація), просторовому або логічному порядку. Логічна систематизація учбового матеріалу часто стає вельми складним завданням, що вимагає при підготовці до занять великої роботи по дослідженню і обґрунтуванню знайденого рішення. Наприклад, з питання про структуру підручника по загальному машинознавству йдуть суперечки: повинні деталі машин передувати принциповій схемі машини (як елементи, цю схему що обумовлюють) або, навпаки, слідувати за схемою, яка визначає значення кожної з цих деталей? У цього завдання, мабуть, немає єдиного рішення. Можна відразу вважати, що той або інший порядок залежить від вікового складу аудиторії: для середньої школи він повинен бути іншим, чим для вищої.

Зупинимося на суті логічних законів.

Закон тотожності абстрагується від того факту, що в реальній дійсності все безперервно «тече і змінюється». Відносна стійкість, визначеність, стабільність предметів природи відображається в нашій свідомості: ми не могли б судити про властиві предметам властивості, якби в процесі нашої думки про них вони перетворювалися на інші предмети, що володіють іншими властивостями. Не можна, міркуючи про яке-небудь явище реального світу, підміняти предмет нашої думки яким-небудь іншим предметом, що привело б до змішання понять, до двозначності. Точність і визначеність відносно предмету мислення і є основою закону тотожності, який встановлює, що в даному міркуванні, суперечці, дискусії кожне поняття повинне уживатися в одному і тому ж сенсі, залишатися тотожним самому собі.

Оскільки поняття виражаються в словах, закон тотожності встановлює необхідність застосування слів в одному і тому ж сенсі. Відхід від закону тотожності неминуче приведе до порушення зв'язку між думками, до неможливості виведення одних положень з інших.

Закон суперечності витікає з властивості об'єктів зовнішнього світу не бути одночасно білими і не білими, рухомими і нерухомими, холодними і не холодними. Звідси витікає, що якщо дане тіло в даний момент чорне і це так, то твердження, що воно в той же самий момент – не чорне, не відповідатиме істині, буде помилковим. Закон суперечності стверджує, що два що суперечать один одному думки не можуть бути істинними в один і той же час і в одному і тому ж відношенні. Якщо закон тотожності затверджує необхідність того, щоб наше мислення було строго визначеним, то закон суперечності затверджує необхідність, щоб наше мислення не містило в собі формально-логічної суперечності.

Закон виключеного третього, який стверджує, що з двох заперечливих один одного думок одне неодмінно істинно. Цей закон застосовний лише за наявності в думках про який-небудь предмет зіставлень у формі заперечення і твердження.

Зв'язок між причиною і наслідком, що існує в об'єктивній дійсності, відобразився в мисленні у вигляді **закону достатньої підстави**, що затверджує, що всяке положення для того, щоб вважатися цілком достовірним, повинно бути доведеним, тобто повинні бути відомі достатні підстави, через які воно вважається істинним. Закон достатньої підстави спирається на причинність як одну з істотних форм віддзеркалення діалектичного взаємозв'язку об'єктивних явищ і процесів об'єктивного світу.

Логічна підстава не є простою констатацією реально існуючої підстави (причини) якого-небудь явища. Думка «прилад нагрівся, оскільки включили струм» затверджує реальну причину (включили струм) реального слідства (прилад нагрівся). Це затвердження послідовності причини і наслідку не є логічно обґрунтованим, оскільки можна включити струм, але не одержати нагріву, якщо прилад зіпсований. Логічна підстава пов'язана з реальним, але не завжди реальна підстава є доказом істинності тієї або іншої думки. Таким чином, мислення повинне бути: визначеним (закон тотожності), несуперечливим (закон суперечності), послідовним (закон виключеного третього), обґрунтованим (закон достатньої підстави).

Закони логіки не указують для кожного випадку, які саме думки є істинними і які помилковими. Але вони указують, як відрізнити правильні вислови від неправильних, як потрібно будувати мислення, щоб дійти дійсної думки, що без дотримання логічних законів мислення дійсне значення недосяжно. Життєвий досвід, спілкування з людьми, вислів думок, суперечки і т.д. мимоволі направляють мислення людини на вірні шляхи пізнання, але такий рух навіпацки, усліпу, шляхом подолання промахів і помилок – тривале і малоефективне. Часто окремі люди, проживши довге життя, так і не набуває здібностей мислити логічно, правильно, економно. Переда-

ти знання навчаному – це означає передати йому і способи пізнання, виховати в ньому правильне логічне мислення.

Коли ми стверджуємо, що навчальний процес є єдністю навчання і виховання, ми особливо наполягаємо на вихованні правильного логічного мислення, яке, як і всяке виховання, не дасть зримих результатів на основі простого запам'ятовування законів і правил. Потрібне тренування мислення, і це тренування має місце в кожній навчальній дисципліні, але, на жаль, у багатьох випадках вона здійснюється стихійно, шляхом сліпий емпірики, недостатньо ефективно. Свідоме застосування законів і форм мислення може сприяти підвищенню ефективності засвоєння навчального матеріалу будь-якої навчальної дисципліни від загальноосвітніх до вузькоспеціальних, одночасно підвищуючи вміння навчених логічно мислити, що дозволить їм легше, швидше, міцно, більш усвідомлено засвоювати знання, що викладаються їм.

Висновок – форма логічного мислення, що дозволяє з вже відомих думок одержувати нові думки, не звертаючись до безпосереднього досвіду. Зупинимося на деяких формах висновків, нагадавши заздалегідь, що в логіці початкова думка називається посилюючою, а нова думка – висновком або висновком.

Індуктивний висновок (індукція) веде до результативної думки, виходячи з ряду одиничних або окремих посилюючих. Так, наприклад, приймаючи як посилюючу властивість окремих тіл: води, металів, газів – розширюватися при підвищенні температури, ми приходимо до висновку про те, що всі тіла володіють цією властивістю. По своїй побудові індуктивний висновок не може бути строго доказовим. Це видно і із запропонованого вище прикладу, оскільки відомо, що вода при підвищенні температури від 0 ступенів до 4° збільшує свою щільність. Імовірнісний характер індуктивних висновків ні якою мірою не зменшує їх пізнавальної цінності, оскільки ці висновки найчастіше засновані на вірогідності, близькій до достовірності. Механізм індуктивного висновку заснований на розумовій операції синтезу, тому розкриття навчального матеріалу шляхом переходу від приватного до загального носить назву індуктивно-синтетичного методу. Індуктивно-синтетичний метод широко застосовний для доказового, логічного розкриття навчального матеріалу, для стимулювання процесу мислення навчених при його засвоєнні. Цей метод широко спирається на експеримент, знання передуючих навчальних дисциплін або просто на життєвий досвід учнів.

Індуктивний висновок може бути повним і неповним. У повному індуктивному висновку загальний висновок про деякий клас виходить на підставі вивчення всіх предметів цього класу. Частіше доводиться мати справу з неповною індукцією, коли загальний висновок про який-небудь клас предметів робиться на підставі вивчення тільки частини однорідних предметів або частини груп предметів досліджуваного класу. Неповна індукція для отримання достовірного знання повинна спиратися на

причинний зв'язок явищ, характер цього закономірного зв'язку, і тоді вона переростає в метод наукового дослідження. Тут істотно знання властивостей, зв'язків і закономірностей даного роду, на який розповсюджується ряд ознак, одержаних при дослідженні окремих випадків даного роду.

Дедуктивний висновок є виведенням приватного положення із загального. Дедуктивні висновки даються у формі силогізму, тобто такого висновку, в якому з двох посилок, одна з яких неодмінно загальна, витікає висновок приватного характеру. При категоричності посилок (загальну іноді називають «великою», а приватну «малою») силогізм називається категоричним. Наприклад:

Всі гази стискаються (велика загальна посилка)

Кисень – газ (мала, приватна посилка)

Отже, кисень стискаємо (висновок, висновок приватного вигляду)

Силогізми будуються на підставі аксіоми силогізму, що затверджує, що все, що відноситься до загального, відноситься і до приватного, такого, що входить в об'єм цього загального, або, в іншому формулюванні, всі ознаки, властиві родовому поняттю, належать так само і всім видовим поняттям, що входять до складу даного роду. Механізм дедуктивного висновку заснований на розумовій операції аналізу, тому розкриття учбового матеріалу шляхом руху від загального до приватного носить назву *дедуктивно-аналітичного методу*. Немає необхідності тут детально зупинятися на частинах, правилах, фігурах і модусах силогізмів, відомості про яких можна черпнути з будь-якого підручника логіки. Істотніше практика застосування логічних висновків в учбовому процесі, на якому ми неодноразово зупинятимемося, спираючись на досвід роботи в аудиторії, лабораторіях, кабінеті проектування. Підведемо стисло підсумок розгляду двох істотно відмінних методів мислення, пізнання, викладання: індуктивно-синтетичного і дедуктивно-аналітичного.

<i>Індуктивно-синтетичний метод</i>	<i>Дедуктивно-аналітичний метод</i>
1. Перехід думки від приватного до загального.	1. Перехід думки від загального до приватного.
2. Висновки обґрунтовані необмеженим числом посилок.	2. Потрібно тільки дві посилки.
3. Висновок можливий при всіх негативних посилках.	3. При двох негативних посилках висновок неможливий.
4. Всі посилки – приватні.	4. Якщо обидві посилки приватні, висновок неможливий.
5. Висновок неповний, незаконний, не абсолютно достовірний.	5. При істинності посилок висновки безумовно достовірні.

Дедукція і індукція завжди знаходяться в єдності і представляють дві сторони єдиного процесу, як було вже показано на прикладах розумових операцій аналізу і синтезу. Пригадаємо логічний ланцюг висновків, представлений М.В. Ломоносовим в його працях про природу теплоти. Спочатку він користувався індуктивно-синтетичним методом, об'єднавши ряд окремих випадків прояву теплоти: потирання рук одна об іншу, удари молота і ін. – внаслідок чого дійшов узагальнення: «теплота збуджується рухом». Далі, застосовуючи дедуктивний метод, М.В. Ломоносов дійшов висновку: оскільки рух не може відбуватися без матерії, то необхідно, щоб достатня підстава теплоти полягала в русі якійсь матерії. Є науки дедуктивно-аналітичні по методу своєї побудови, по своєму історичному генезису. Наприклад, геометрія, термодинаміка і ряд інших, які характеризуються тим, що виходячи з однієї - двох аксіом, законів, принципів поширюють наслідки цих аксіом, законів, принципів на безліч явищ і процесів. Мабуть, у викладанні цих наук повинен переважати цей же дедуктивно-аналітичний метод. У термодинаміці не виключена можливість підходу до основного закону індуктивним шляхом, як це було в історії його відкриття, коли безліч дослідів з різних областей фізики знайшли своє об'єднання в законі збереження і перетворення енергії. Так само потрібно довести і, якщо потрібно, перевірити експериментально ефективність застосування дедукції або індукції у вченні про процеси і цикли: із загального поняття циклу виводити приватні дані про процеси або, навпаки, з приватних даних про процеси підійти до узагальнення у вигляді термодинамічного циклу.

Можливо, найбільш ефективним виявиться рішення, якнайповніші що враховує конкретні форми учбової роботи і що доказово рекомендує застосувати в підручнику дедуктивний, а на лекції – індуктивний метод розкриття учбового матеріалу. Тоді, можливо, стане реально здійснимою рекомендація багатьох методистів: «лекція не повинна дублювати підручник». Логічні висновки нерозривно пов'язані з методом розкриття учбового матеріалу. Досвід читання підручників і відвідин лекцій показав, що у багатьох випадках учбовий матеріал взагалі не розкривається, а декларується, причому суть явища або процесу залишається не розкритою. Приведені форми логічного мислення є і формами розкриття істоти учбового матеріалу, доведення його до свідомості навчаних, досягнення розуміння. Логічне розкриття суті того, що вивчається приводить до її довідності. Тут питання не про те, вірить чи ні навчаний викладачу: він може з вірою в авторитет викладача сприйняти догматично дане положення. Довідність у викладанні є результатом логічного усвідомленого розкриття зв'язків між вже пізнаним і ще не пізнаним.

Для доказу достовірності якого-небудь твердження необхідно зв'язати його або з аксіоматичними положеннями, що не вимагають доказів, або з такими положеннями, істинність яких вже доведена. Так, наприклад, твердження, що потужність

ність поршневого двигуна залежить від величини середнього індикаторного тиску в порожнині циліндра, можна довести, переходячи при заданих розмірах перетину циліндра від середнього індикаторного тиску до зусилля, що діє на поршень. Потім від зусилля на поршні перейти до обертаючого моменту на валу двигуна, враховуючи вплив на його величину середнього індикаторного тиску, а потім, можна переходити до відомого студентам положення механіки про те, що потужність залежить від величини обертаючого моменту при постійному числі оборотів. Нагадаємо, що в логічних доказах положення, яке потрібно довести, називається *тезою*, положення, що привертаються для доказів, – *аргументами*, а спосіб виведення тези з аргументів – *формою доказу*. Докази схожі з силлогізмами, але є і істотна різниця: у силлогізмі посилки відомі раніше висновку, а в доказі, навпаки, теза відома раніше аргументів, оскільки, приступаючи до пошуку доказу, людина знає, що йому потрібно довести («що і потрібно було довести»).

Докази можуть бути прямими і непрямими. У останньому випадку яке-небудь положення, що суперечить тезі, ми приймаємо за істинне і виводимо з нього слідство, що приводить до очевидної помилковості антитезису, з чого можна зробити висновок про істинність тези. Такий доказ носить назву *анагогіческого* або *reductio ad absurdum* (зведення до абсурду). В окремих випадках учбової практики його може бути використано і з чисто педагогічних цілей, оскільки застосування цієї форми доказу може викликати емоції інтересу, подиви і т.д., а, отже, і краще запам'ятовування. При проведенні семінарських занять корисно користуватися не тільки доказами істинності тези, але і логічними спростуваннями, що доводять помилковість тез опонента.

Існують дві основні схеми логічних спростувань:

1. Доводиться, що, прийнявши тезу, яка спростовується, за істинну, ми приходимо до абсурду і що, отже, ця теза помилкова.
2. Доводиться істинність нової тези, що суперечить тези, яка спростовується. По логічному закону виключеного третього теза, яка спростовується, визнається помилковою.

Вкажемо на помилки, які можуть виявитися в логічних доказах. Ці помилки можуть відноситися як до тези, так і до аргументів, і, крім того, докази можуть бути помилковими формою. Помилкою тези є так звана «підміна тези», коли доводиться не та теза, яку потрібно довести, а щось інше. Підміна тези часто допускається в суперечках, коли спростовують не тезу супротивника, а щось інше, видаване за нього. На підміні тези заснований стародавній софізм: «Те, що ти не втрачав, у тебе є; ти не втрачав рогів, отже, вони у, тебе є». До помилок аргументування в доказах слід віднести: помилку помилкової підстави, коли положення, використовуване як підстава доказу, є помилковим; помилку недоведеної підстави, коли робиться спроба довести те-

зу за допомогою недоведеного аргументу. Різновидом помилки «недоведеної підстави» є круг в доказі, коли теза **А** намагаються доводити за допомогою тези **Б**, істинність якого може бути доведена тільки на основі тези **А**.

До помилок у формі (способі) доказу відносяться:

1) *змішення розділового і збірного термінів* – може виявлятися в двох формах: «від збірного сенсу до розділового» і «від розділового сенсу до збірного». У першому випадку помилково приписується приналежність властивостей сукупності окремим одиницям, її складовим. Наприклад, приналежність властивостей газу – його окремим молекулам. Друга форма має зворотний характер і в приведеному прикладі характеризується помилковим приписуванням властивостей молекули властивостям газу в цілому;

2) *змішання відносного і безвідносного* – неправомірний перехід від відносної тези до безвідносної. Не можна, наприклад, «довівши» корисність підвищення коефіцієнта корисної дії в певних умовах, робити висновок про те, що цього підвищення слід добиватися скрізь і завжди. Приклад з к.к.д. узятий не випадково. Автору відомий випадок, коли молодий інженер з найкращими намірами зробив грибні колеса пароплава найекономічнішими, понизивши при цьому працездатність судна, тоді як конкретні економічні умови вимагали, навпаки, підвищення працездатності хоч би за рахунок пониження к.к.д. Шкідливість абсолютизації окремих положень теорії або досягнень техніки полягає в тому, що у навчаного виникає уявлення, ніби пропоновані йому конструкції, процеси, методи є останнім словом і йому вже немає чого і неможливо їх удосконалювати і розвивати.

Аналогія – форма висновку, яка виходячи з схожості двох предметів або явищ в яких-небудь одних ознаках дає можливість вивести висновок про вірогідну схожість цих предметів або явищ в інших ознаках, коли ці інші ознаки вже знайдені в першому предметі, але ще не відомо, чи опиняться вони в іншому предметі. Якщо порівнювати аналогію з дедукцією – від загального до приватного – або з індукцією – від приватного до загального, – то аналогія може бути визначена як висновок від приватного до приватного. Аналогія – не доказ, і немає ніяких підстав використовувати як її доказу. Аналогія переводить мислення від відомого до невідомого, від очевидного до неочевидного пізнати невідоме, розкрити неочевидне. Це розкриття, цей метод пізнання носить імовірнісний характер, але ступінь цієї вірогідності залежить і від людей, що користуються методом аналогії. Якщо встановлюється схожість неістотних ознак, то, очевидно, висновок, заснований на такій аналогії, буде маловірогідним.

1.4 Методи встановлення причинного зв'язку

Метод схожості, що полягає в тому, що якщо спостережувані випадки якогонебудь явища мають лише одну загальну обставину або деяку сукупність обставин, то воно або ця сукупність, в яких тільки і схожі всі ці випадки, і є причина або, принаймні, містить в собі причину даного явища.

Цей метод розкриття об'єктивних причинних взаємозв'язків в природі і суспільстві можна проілюструвати простим прикладом узагальнення даних досвіду за єдиною ознакою. Нагрівається вода в судині, охолоджуються продукти в холодильнику, нагрівається земля під літнім сонцем, охолоджується нетоплена квартира в зимовий день – всі ці різні дані спостережень, досвіду мають одне загальне: наявність різниці температур, звідки можна зробити індуктивний висновок про те, що причиною теплообміну у всіх його видах і формах є саме різниця температур, як єдина загальна ознака величезної кількості несхожих по всіх іншим ознакам явищ.

Метод відмінності, що полягає в тому, що якщо випадок, при якому настає явище, і випадок, при якому це явище не настає, відрізняються тільки в одній обставині, то саме ця обставина і є причина (або частина причини) або одна з необхідних умов наступаючого явища. Як приклад розкриття причини методом відмінності можна привести досвід з падінням тіл в повітрі і в порожнечі. На відміну від методу схожості тут всього два випадки, що відрізняються тільки однією обставиною – наявністю повітря при падінні тіл в атмосфері. Отже, тільки опір повітря є причиною різної швидкості падіння тіл в атмосфері. Зіставимо методи схожості і відмінності:

<i>Метод схожості</i>	<i>Метод відмінності</i>
1. Наявність причини супроводжується наявністю слідства.	1. Відсутність причини супроводжується відсутністю слідства.
2. Необхідно для багатьох різноманітних випадків знайти загальну ознаку спостережуваного явища.	2. Необхідні всього два випадки, схожі у всьому, окрім одного елемента.
3. Суть методу в тому, щоб встановити спільність ряду причин і відповідного йому ряду наслідків.	3. Суть методу в тому, щоб встановити, відмінність ряду причин від ряду наслідків.

Різниця в цих методах полягає ще і в тому, що метод відмінності застосовний в штучній постановці досвіду, експерименті, тоді як метод схожості застосовний і в тих випадках, коли постановка експерименту неможлива і як початкові дані беруть матеріали спостережень.

Метод супутніх змін, що полягає в тому, що якщо яке-небудь явище змінюється певним чином кожного разу після певної зміни іншого явища, то друге явище є причина, або частина причини, або необхідна умова першого явища. Так, наприклад, нагріваючи тіло і вимірюючи збільшення його об'єму, ми можемо зробити висновок про те, що нагрівання є причина збільшення об'єму. Метод супутніх змін застосовний

в тому випадку, якщо не можна виключити з Досвіду явище, яке передбачається причиною іншого, тобто застосувати зручніший метод відмінності. Цим методом можна користуватися і в тих випадках, коли причинний зв'язок явищ вже встановлений, але є необхідність встановлення кількісних співвідношень між причиною і наслідком, наприклад, встановлення експериментальним шляхом супутніх змін, визначення, чому рівний коефіцієнт лінійного розширення того або іншого тіла.

Метод залишків, що полягає в тому, що якщо з складного явища відняти ту його частину, яка є слідство однієї частини обставин, то залишок цього явища повинен бути слідством решти обставин.

Приведені методи дослідження можуть застосовуватися в тій або іншій формі в лабораторних і учбово-дослідницьких роботах. При цьому потрібне, щоб крім досягнення безпосередньої мети завдання навчані разом з технічною школою одержували б і школу логічного мислення, виховуючи його на основі рішення розумових задач.

Постановка досвіду і ряд спостережень можуть допомогти знайти відповіді на безліч найрізноманітніших «що», але відповісти на питання «чому», на питання про причину тих або інших явищ не так просто. Питання про причинно-наслідкові зв'язки вельми відносно по глибині постановки і проникнення в суть явищ. Наприклад, лектор розтискав пальці, і аудиторія побачила, почула, як шматок крейди впав на підлогу. Всі бачили, «що» впало, «як» впало, «куди» впало. А чому впало? Дитина, у якої вже сформовані основи (розуміння причинно-наслідкових відносин, відповідь: «Тому що пальці розтискали»). Школяр скаже, що предмет падає унаслідок тяжіння Землею. Студент роз'яснить, що предмет знаходиться в гравітаційному полі маси земної кулі. А фізики можуть відповісти: «Ми цього не знаємо».

1.5 Деякі питання педагогіки вищої школи

Зміст сучасних наук, не тільки прикладних, але і фундаментальних, настільки значно за об'ємом, що навіть учені, що присвячують все життя науці, вимушені обмежуватися вивченням тільки окремих її областей. Це не могло не відобразитися на практиці роботи вищої і середньої спеціальної школи, що виражається в зростаючому числі вузьких спеціальностей і спеціалізацій. У той же час вимоги до фахівців не тільки завтрашнього, але і сьогоднішнього дня і наші симпатії на стороні підготовки фахівців широкого профілю. Проте готувати таких фахівців по-старому, прагнучи повідомити їм якомога більше фундаментальних і новітніх прикладних відомостей з безлічі наук, вже не можна.

Коли об'єм науково-технічної інформації не зростає так стрімко, як в сучасну епоху, охопити її можна було порівняно легко, включивши в учбові плани і програми весь об'єм відомостей про відносно обмежений перелік об'єктів діяльності інженера,

лікаря, біолога і т.д. Зараз, навіть в умовах зростаючого числа спеціальностей і спеціалізацій, перелік об'єктів і процесів на робочому місці фахівця переростає можливості повного обхвату хоч би у формі поверхневого ознайомлення. Виникла необхідність дослідження інших шляхів підготовки фахівців широкого профілю. А для цього довелося переглянути саме уявлення про «широкий профіль». Тепер ми вже можемо стверджувати, що широкий профіль – це не колекція поверхнево засвоєних фактів, а вільне володіння їх суттю. Широта обхвату завдяки глибині пізнання – ось сучасна характеристика принципу підготовки фахівця широкого профілю. Визначаючи глибину розкриття понять в своїй практичній роботі, викладач обмежений рівнем знань, одержаних навчаними в передуючих дисциплінах. Так, наприклад, якщо вивчення цілого ряду спеціальних областей математики не передбачене програмами, то це ставить природну межу глибині трактування багатьох понять, що входять як в загальноосвітні, так і в спеціальні учбові дисципліни. Проте це відноситься до глибини наукового розкриття понять, не передбаченого учбовим планом і програмами (як лежачого глибше рівня знань і умінь фахівця запланованого профілю), і не заважає глибині «учбового» розкриття понять, яка має психолого-педагогічну градацію, що розрізняється багатьма педагогами інтуїтивно, наприклад, коли вони говорять про «поверхневі» або «глибокі» знання студентів, що навчаються за однією і тією ж програмою.

Глибина засвоєння понять в простому випадку має ряд послідовних ступенів: *розрізнення, розуміння, запам'ятовування, уміння і перенесення.*

Розрізнення – перший, самий поверхневий рівень засвоєння. В цьому випадку навчаний в змозі лише пізнати необхідне формулювання, формулу, зображення і т.д. серед решти пред'явлених йому відповідей, але сам (без опори на такий перелік можливих відповідей) не може правильно і повно відтворити потрібне. Наступний крок в оволодінні учбовим матеріалом навчаний робить тоді, коли він розуміє суть висловлюваного матеріалу (поняття), але ще не може відтворити його у всій повноті і правильності. Це досягається лише на третьому рівні засвоєння. На четвертому рівні засвоєння («уміння») навчаний в змозі самостійно застосовувати засвоєне знання для вирішення відповідного класу практичних завдань, проте він ще не в змозі перенести, використати принцип рішення цього класу завдань в нестандартних умовах, тобто в умовах, відмінних від тих, стосовно яких його навчали. Перенесення досягається на останньому п'ятому рівні учбової глибини оволодіння поняттями і є одним з дієвих засобів досягнення широкого профілю, як «широти обхвату завдяки глибині засвоєння».

Техніка, з її безліччю модифікацій технічних об'єктів, заснованих на одній фізичній або хімічній закономірності, представляє викладачу широкі можливості для подолання «інформаційного валу» і реалізації принципу широкого профілю за раху-

нок глибокого розкриття основних понять учбової програми. Якщо проаналізувати величезний матеріал сучасної науки і її спеціальних розділів, то учбовий предмет можна звести всього лише до трьох елементів: об'єкт, процес і метод. Співвідношення між цими елементами в учбовому процесі (навіть по числу сторінок підручника або по числу годинника лекцій) в значній мірі може характеризувати результати навчання. Сучасна вища школа вимушена приділяти все більше уваги навчанню методам наукового дослідження. Оволодіння цими методами у край необхідне, оскільки з ускладненням і розширенням сфери пізнання все більш і більш доводиться входити в область невидимого і нечутного. Часто одні і ті ж методи застосовуються фахівцями вельми віддалених областей наукової діяльності, і в цьому сенсі ріднять біолога з механіком, педагога з електротехніком.

Мабуть, недалеко те майбутнє, коли лекції, семінари і самостійна робота над підручником, як і все інші форми учбового процесу, будуть присвячені не стільки об'єктам, (турбіна, насос, генератор .) і процесам (теплообмін, електропровідність, гістерезис .), скільки науковим *методам пізнання і дослідження*. Педагогічний підхід до процесу розкриття учбового матеріалу може і повинен відобразитися не тільки на структурі, але і на формулюваннях окремих позицій учбової програми. Так, якщо в змісті підручника можна обмежитися простим переліком найменувань об'єктів і процесів, що входять до складу учбової дисципліни, то в програмі курсу переліку найменувань явно недостатньо. Тут необхідно дати вказівки про метод і глибину засвоєння матеріалу. Пояснимо на прикладі. У переліку об'єктів і процесів, що підлягають засвоєнню, по дисципліні «Основи теплотехніки» значаться:

1. Наполегливі підшипники парових турбін.
2. Конвективний теплообмін.
3. Відцентрові вентилятори.
4. Золотникові діаграми.

У програмі цей перелік видозмінюється, наприклад, таким чином:

1. Причина виникнення осьових зусиль в роторі турбін і методи їх компенсації.
2. Процес конвективного теплообміну і його математичне і експериментальне дослідження.
3. Принцип роботи відцентрових вентиляторів і його практична реалізація.
4. Графічні методи дослідження паророзподілення.

У цих формулюваннях відбиті два позитивних, на наш погляд, якості: 1) цілеспрямованість у вивченні об'єктів і процесів і 2) узагальнення конкретних об'єктів і процесів на основі загальних закономірностей або загальних областей застосування. Друге дає можливість скорочення числа лекційного годинника і збільшення годинника на самостійну роботу студентів. Особливості вищої, зокрема технічної, школи ви-

магають від викладачів спеціальної педагогічної підготовки. Така підготовка, мабуть, можлива в трьох різних напрямках.

1. Аспіранти, що припускають залишитися на педагогічній роботі у вищій школі, зобов'язані пройти курс навчання і виконати випускню роботу в організовуваних зараз при вузах університетах (школах, курсах) педагогічних знань.
2. Самостійне підвищення педагогічної кваліфікації викладачами вищої школи шляхом систематичного вивчення методичних матеріалів.
3. Оволодіння хоч би мінімумом відповідних відомостей по педагогіці, логіці і психології на факультетах підвищення кваліфікації.

Оскільки зміст викладеного розділу є своєрідною теоретичною основою подальших глав, стисло зупинимось на основних пунктах цього змісту. Наука і складові її знання є двомірними поняттями. Їх кількісна складова може бути охарактеризована терміном «широта». Їх якісна складова може бути охарактеризована терміном «глибина».

Широкий профіль в сучасних умовах не можна (і неможливо) будувати за рахунок обхвату всіх об'єктів і процесів практики фахівця. Подолання сучасного «валу інформації» можливо на основі збільшення глибини засвоєння знань. Учбові плани і програми повинні удосконалюватися у бік максимального розширення розкриття фундаментальних понять учбових дисциплін за рахунок відповідного скорочення описового матеріалу. При вивченні трьох основних елементів учбової дисципліни (об'єктів, процесів і методів) необхідно, щоб студенти глибоко засвоїли методи, що дозволяють охоплювати широкий ряд технічних об'єктів і процесів.

У всіх без виключення формах навчання треба враховувати єдність процесів навчання і виховання, виховуючи у навчаних матеріалістичний світогляд і діалектичне мислення. В процесі організації і проведення навчання з метою підготовки творчої особи у вищій школі необхідно забезпечити формування цієї особи із заданим рівнем таких основних характеристик: інтелектуально-професійна; психофізіологічна; морально-духовна; організаційна; фізична; культурна.

За твердженням психологів, ці характеристики можуть бути сформовані тільки в процесі самостійної діяльності особи. На рис.1.1 приведена структура типів і видів діяльності, які необхідно організувати для забезпечення цієї мети.

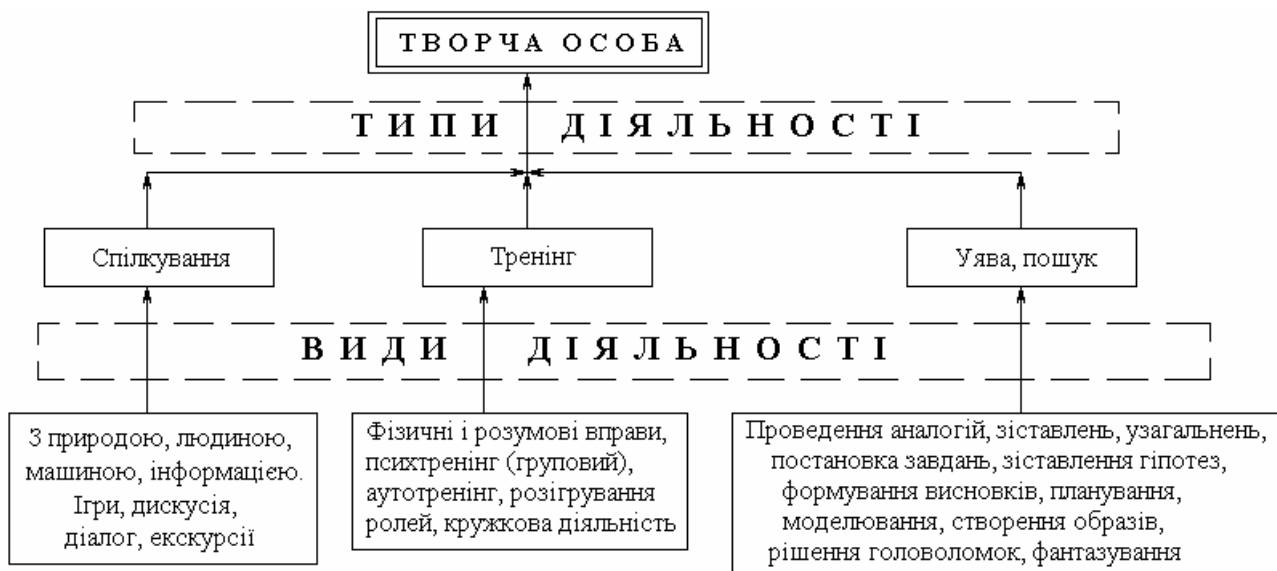


Рисунок 1.1 – Структура видів і типів діяльності в процесі навчання

Виходячи з цього, формування творчої особи у вищій школі повинне передбачати навчання її різним видам діяльності, а вже через діяльність залучати до інформації, але не навпаки.

2 ЛЕКЦІЯ ЯК ПРОВІДНА ФОРМА УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ У ВУЗІ

Розробка лекцій здійснюється інтуїтивно, шляхом проб і помилок, з низьким коефіцієнтом корисної дії. Роки йдуть на те, щоб лектор навпомацки «знайшов самого себе», причому це вдається далеко не всім. Питаннями усвідомленої дії на відношення студентів до висловлюваного матеріалу, на їх мислення і світогляд займалися тільки лектори-одинаки, кожен по-своєму, на основі особистого досвіду, індивідуального оволодіння сучасним рівнем знань у області процесу навчання. Залученню ефективних засобів і нових методів навчання важко методичною невідповідністю кадрів, що приводить до сліпої емпірії і спроб вирішити педагогічні проблеми чисто статистичними методами.

Не вирішена, більш того навіть не поставлена у всієї неї повноті і глибині дуже важлива проблема співвідношення лекції і підручника як двох форм первинної учбової інформації. Педагогічні основи тематичної лекції представляється єдністю її трьох основних сторін: змісту, структури і рівнів (рис. 2.1).



Рисунок 2.1 – Основні сторони тематичної лекції

Зміст лекції витікає з її теми, визначуваною метою лекції. Мета лекції полягає в розкритті і формуванні у студентів поняття про який-небудь об'єкт, процес або метод програмного учбового матеріалу з одночасним вихованням відношення до цього матеріалу. Мета передбачає і бажаний рівень засвоєння, який не повинен бути нижче рівня розуміння. Структура лекції визначається систематичністю і послідовністю розташування змісту лекції в логічному порядку розкриття матеріалу. У ввідній частині лекції міститься постановка завдання, далі слідує «рішення-процес (який складає основний зміст висловлюваного лекційного матеріалу), а на закінчення дається «рішення-результат» в систематизованій і аргументованій формі. Істотною стороною лекції є її рівні: науковий, виховний, методичний і риторичний. Необхідно відзначити, що недоброякісність навіть окремого елемента може зробити всю лекцію слабкою або навіть шкідливою. Показники якості елементів лекції дозволяють судити і про якість лекції як взаємно узгодженій системі її сторін і елементів.

Розглянемо їх докладніше (хоч і з різним ступенем повноти).

Зміст лекції визначається програмою курсу, що передбачає комплекс знанні, умінні і навиків, потрібних майбутньому фахівцю. Воно має дві сторони, утворені темою лекції і її метою. Нерідко розуміння призначення (цілі) лекції зводиться до того, що потрібне «повідомити» деякий комплекс відомостей, тоді як справжня мета лекції полягає в тому, щоб допомогти студентам сформувані нові для них поняття. Отже, потрібне не просто «повідомити», а допомогти студентам розкрити суть нових понять. Тему лекції і її мети лектор фіксує в короткому конспекті. У ньому вказується, що розкриватиметься на лекції і якими методами. Короткий конспект дає основу для розширеного конспекту. Тут притягуються опущені в короткому конспекті друго-

рядні поняття і глибше, з аргументуванням розкриваються основні, фундаментальні поняття лекції. Нарешті, розширений конспект, час усного відтворення якого в аудиторії еквівалентно часу академічної години (або двох), перетворюється на текст лекції.

Робочий конспект – «суфлер» лектора, який лектор може варіювати від повного тексту (що у край небажано і, до речі, говорить про невисоку кваліфікацію лектора) до запису в одну сторіночку, що нагадує йому лише послідовність висловлюваного матеріалу.

В процесі розробки змісту лекції корисно складати тези, тобто ряд положень і констатації з виразними позитивними або негативними затвердженнями лектора. Такі тези відразу ж примушують ретельніше продумати аргументування цих тверджень і, будучи перетворені в питальна форму, дають лектору серію екзаменаційних питань по всіх основних положеннях лекції.

Завдяки цьому полегшується складання екзаменаційних квитків (питань), зменшується можливість прирівнювання головного другорядному і виникнення «легких» питань. Працюючи над змістом лекції, лектор одночасно направляє увагу і на структуру лекції як в цілому, так і її логічно завершених частин або розділів.

Структура лекції в цілому (якщо вона присвячена розкриттю якого-небудь складного абстрактного поняття – вартість, потенціал, ентропія, диференціал і т. д.) або її окремої частини, що розкриває менш складне поняття, підпорядкована послідовності: введення, виклад, висновок.

У технічних вузах приведена послідовність здійснюється у формі математичних міркувань і операцій, що починаються постановкою завдання (найчастіше необхідність розкриття зв'язків між елементами якого-небудь явища або процесу) і що закінчуються у формі кінцевого (часто розрахункового) рівняння, яке викладач обводить рамкою і ставить порядковий номер. Така структура розкриття учбового матеріалу достатньо добре поєднує в собі єдність навчання і виховання мислення навчаних, оскільки відмова від «описів» і перехід до логічної структури рішення задачі підвищує дієвість лекції, порушує інтерес, залучає мислення навчаних в процес рішення задачі будь-якого характеру: математичної, логічної (формою), технічної, фізичної і т.д. (за змістом). У «рішенні-процесі», як середній ланці даної послідовності, ставиться мета – «учити думати». Викладені міркування про зміст і структуру лекції (або її логічно завершених елементах) підтверджують необхідність їх одночасної розробки. Лекцію не можна кваліфікувати як хорошу, якщо один з її рівнів недостатньо високий або навіть просто низок, будь це Рівень науковий, виховний, методичний або риторичний.

2.1 Науковий рівень

Науковий рівень безпосередньо витікає з першого принципу дидактики, принципу науковості, який вимагає діалектичного підходу до процесу навчання і орієнтації на сучасний рівень розвитку науки і техніки.

Дати загальну рецептуру досягнення і підтримки на належній висоті наукового рівня лекції, очевидно, неможливо. Але вдумливий педагог і хороший фахівець при підготовці лекції повинні планувати і її науковий рівень, враховуючи наступні основні положення: лекція направлена на розкриття найістотніших ознак і властивостей об'єктів, що вивчаються; орієнтована на сучасний рівень розвитку науки і техніки; розкриває основні поняття, учить бачити загальне в частковостях, учить робити узагальнення. По поєднанню координат знання (широти і глибини) лекція орієнтується переважно на глибину, максимально доступну навчаним, в розкритті нових для них понять. Лекція повинна бути звільнена від непотрібного описового матеріалу. При цьому науковий рівень лекції повинен знаходитися в певній відповідності з рівнем наукової підготовки аудиторії; завищення рівня приводить до порушення дидактичного принципу доступності, а заниження – до непотрібності такої лекції.

2.2 Виховний рівень лекції

Виховний рівень лекції показує, якою мірою лектор при розкритті матеріалу сприяє вихованню у своїх слухачів як наукового мислення, так і правильного відношення до пізнаваного об'єкту і, зокрема, до наукової дисципліни, що викладається.

Звичайно перераховується безліч найрізноманітніших результатів виховання: чесність, правдивість, патріотизм, мужність і т.д. Узагальнимо багатообразні приватні результати виховання терміном відношення. У це поняття можна, очевидно, вимкнути емоційні результати виховного процесу: ненависть до ворога, пошана до старших, огида до ледаря, відданість справі і т.д. Поняття «відношення» охоплює і інші форми виховання, такі, як відношення до праці, науки, учбової дисципліни, до будь-якого пізнаного або пізнаваного об'єкту, *процесу, методу, явища*. Система відносин до пізнаваного матеріалу процесу навчання як підсумок його виховного змісту є світоглядом.

Якщо в курсі фізики лектор, наприклад, сформує у студентів правильне відношення до принципу невизначеності, то він тим самим внесе свій внесок в загальну працю лекторів по формуванню правильного наукового світогляду. Виховання гордості за вітчизняну науку і техніку чудово виражене у фактичному матеріалі про вітчизняні космічні кораблі, наймогутніших в світі гідроелектростанціях і т.д.

Подібних прикладів можна привести немало. Це ті випадки, коли факти говорять самі за себе, виховуючи в навчаному необхідне відношення до цих фактів і висновків з них. Проте формування світогляду як системи відносин до конкретних явищ об'єктивного світу не обмежується такими крупними темами, як «принцип невизначеності» або «теплова смерть». Одночасно з формуванням нового поняття у навчаного формується і відношення до цього нового поняття. Він може віднестися до цього поняття з довірою або з недовір'ям; нове поняття може порушити в ньому цілу гамму різних приватних форм відношення: сподобатися або не сподобатися; порушити інтерес або повну байдужість (деяка «нульова» і украй небажана в учбовому процесі форма відношення); викликати захоплення або подив і т.д., додаючи цим відносинам більш менш емоційний характер.

Висловлюючи учбовий матеріал, необхідно пам'ятати і про завдання формування відповідального підходу до технічних наук. Поняття «техніка» ширше за конструктивні форми. Воно динамічно. Техніка безперервно знаходиться в стані розвитку, зміни, причому, міняються не тільки конструктивні форми, однакові в основному в країнах різних систем (через спільність законів природи). Ці зміни мають істотні відмінності не для окремих технічних об'єктів, а для техніки в цілому: темпах, характері, напрямі розвитку. Процес формування нових понять нерозривно пов'язаний не тільки з вихованням і формуванням світогляду, але і з вихованням мислення. Мислення виховується всіма викладачами вузу, особливо лекторами, але якщо воно здійснюється у формі так званого «самопливу», то це може привести до виховання безладного, безсистемного, метафізичного, догматичного мислення. Наука логічна, і, пізнаючи її, навчаний розвиває логіку мислення, але цього недостатньо. Необхідно цілеспрямовано і доцільно допомагати навчаним розвивати мислення, освоювати його логічні прийоми і діалектичні принципи.

У вищій технічній школі, як показує досвід багатьох викладачів, прояви формалізму найчастіше зводяться до відриву математичного методу від фізичної суті досліджуваних процесів. Виведення рівнянь, що описують ті або інші процеси, перетворюється на самоціль, і поняття засвоюються студентами так, що при поясненні, наприклад, тих або інших фізичних явищ їх фізична суть підміняється абстрактними співвідношеннями символів в математичному рівнянні. Іноді лектор обмежує декількома крейдяними лініями на дошці квадратик і говорить: «Виділимо елемент із сторони «де-ікс», «де-ігрек» і «де-зет». Тоді... Навіщо? Не ясно. Схоже що тільки для того, щоб «вивести» рівняння. А де фізичний сенс виведення рівняння? Де постановка завдання? Чи потрібно взагалі «виводити» це рівняння? Не ясно.

В результаті півгодинного або навіть годинного постукування крейдою по дошці, що переривається словами «отже», «підставимо рівняння 5 в рівняння 3», «розді-

«розділимо змінні», «продиференціюємо» і т. п., одержано, нарешті, кінцеве рівняння, і лектор обводить його жирною межею. По цьому рівнянню, знаючи деякий «ікс», можна знайти «ігрек», але сенс їх реального фізичного зв'язку вже безнадійно втрачений. Форма поглинула зміст. І згодом на іспиті, намагаючись відповісти на питання «чому?», студент правильно посилається на співвідношення елементів рівняння, але часто не може пояснити їх фізичний сенс.

Істота догматизму полягає в повідомленні навчаним нерозкритих, недоведених, необґрунтованих положень. Наприклад, у лектора були два безумовно позитивних якості:

- а) його лекцію було легко записувати, оскільки вона вся складалася з переписування на дошку формул із записника лектора;
- б) він знав останні досягнення техніки в області, що вивчається. Але підносив їх абсолютно догматично.

Спочатку на дошку переписувалася формула, потім виписувалися умовні позначення її компонентів, серед яких неминуче фігурували різні досвідчені коефіцієнти (ці містки між теорією і практикою), про числове значення яких лектор говорив наступне (хоча це було виписано на дошці): «Значення коефіцієнта «зет» приймається від ... до» і т. д., причому інтервали «від» і «до» іноді відрізнялися у декілька разів! По-перше, лектор нічого не говорить про фізичну природу безлічі коефіцієнтів, а по-друге, не указує, в яких випадках практики слід вибрати значення того або іншого коефіцієнта в широких межах «від» і «до», від чого залежить їх вибір. А головне, у лектора повністю відсутнє аргументування, яке має величезне значення в розкритті поняття. Самого розкриття поняття немає, а математичні формули даються догматично. Під словом «догматичний» ми розуміємо те, що приймається на віру, неусвідомлене. Справа не в тому, що аудиторія вимушена сліпо вірити викладачу, а в тому, що вона не усвідомлює висловлюваного матеріалу і запам'ятовує його чисто механічно.

Зупинимося на вихованні основ діалектичного мислення. Як показує досвід, інженерні помилки найчастіше є слідством недостатньо розвиненого діалектичного мислення. Звернемося до деяких прикладів з життя, де помилки з'явилися прямим слідством недостатнього виховання діалектичного мислення і, зокрема, невинного відвернення від реального взаємозв'язку явищ і процесів. На макаронній фабриці зламалася стійка преса під значним навантаженням (технологія виробництва макаронів вимагає видавлювати їх під тиском близько 300 атмосфер). Розрив відбувся, як це можна було чекати по теорії, в місці різкої зміни перетину стійки, що є недоліком конструкції (рис.2.2,а). Запрошений інженер-консультант, що запам'ятав із студентської лави з курсу опору матеріалів, що різка зміна перетину навантаженої деталі може бути причиною поломки, дав рекомендацію викувати і виточити нову стійку з пла-

вним переходом від одного перетину до іншого (рис.2.2,б). Причиною аварії була оголошена невірна конструкція. Після установки нових стійок із закругленим переходом від одного перетину в першу ж годину роботи відбулася друга, крупніша аварія: відірвався опорний прилив циліндра преса (рис.2.2,в). Довелося відливати і обробляти новий циліндр.

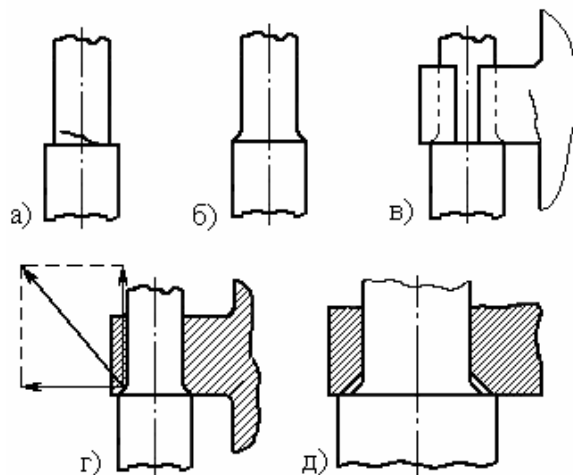


Рисунок 2.2 – Схема зміни перетину стійки преса

Другий інженер-консультант краще розібрався в причині другої аварії. Вона була прямим слідством того, що перший консультант не врахував взаємозв'язку роботи стійки з роботою циліндра і своєю відірваною від цього взаємозв'язку «поправкою» викликав виникнення зусилля, що зламало опорний прилив циліндра (рис.2.2,г). Другим консультантом була запропонована нова конструктивна форма, що поєднує вимоги двох взаємодіючих деталей преса (рис.2.2,д). Аварії припинилися. Тоді ж, як вже згадувалося у випадку з пароплавом, молодий інженер не пов'язав своє технічне завдання з економічним завданням. Критерієм ефективності свого технічного завдання він поставив досягнення максимального коефіцієнта корисної дії гребних коліс пароплава, які йому було запропоновано тільки відновити. Коефіцієнт корисної дії колеса залежить від ширини плиці, яка, разом з тим, впливає на число оборотів машини, а останнє є одним з чинників потужності судна. Графічно зв'язок елементів завдання виглядав приблизно так, як показано на рис.2.3, де **М** – крива потужності, **Н** – число оборотів, **К** – к.к.д., **Ш** – ширини плиці. Старе колесо працювало при ширині плиці 1, нове – при ширині плиці 2. Видно, що, підвищивши к.к.д. колеса, інженер знизив потужність судна і був звинувачений в прагненні зірвати план вантажоперевезень. Інженер погнався за високим к.к.д., відірвавшись від вимог реального життя.

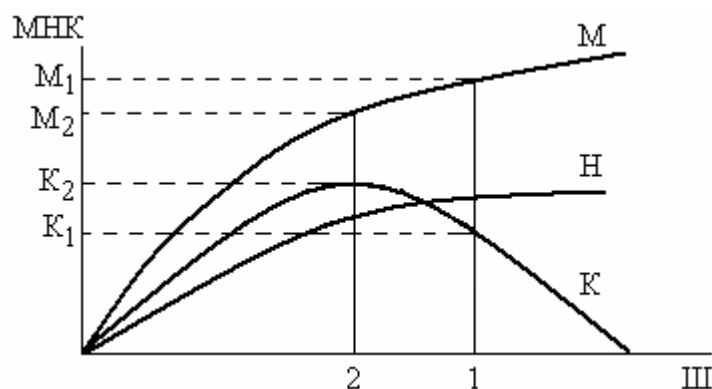


Рисунок 2.3 – Зв'язок елементів технічного і економічного завдань

Очевидно, кожен вдумливий викладач вищої школи зможе знайти безліч прикладів, схожих з приведеними. Ці приклади, зокрема, говорять і про те, що необхідне готувати фахівців, не наповнених, як довідник, застиглими фактами, а що думають. Одним же з найістотніших спонукачів до думки є творче відношення до об'єкту. При вивченні будь-якого технічного об'єкту, прийому, процесу, методу не можна обмежуватися констатацією. Необхідно указувати на те, що заважає об'єкту, що вивчається, процесу, методу і т.д. стаття краще, здійснено, ефективніше; виразно розкривати так звані «вузькі місця», готувати навчаного на боротьбу з ними. Пригадаємо біографію Р. Дизеля, який, дізнавшись, що коефіцієнт корисної дії сучасних йому парових машин не перевершує 10...12 %, ще на студентській лаві поставив собі за мету підвищення цього коефіцієнта, який в двигунах, що носять його ім'я, досягає 38 %.

Думка про глибину пізнання учбового матеріалу в значній мірі може виходити з відношення навчаного до вивченого об'єкту: констатації, критики, знаходження шляхів до поліпшення. Наприклад, трьома студентам після пред'явлення ними звіту про виробничу практику, були дані три різні оцінки: «задовільно», «добре» і «відмінно». Різниця в оцінках полягала в тому, що перший студент, що одержав «задовільно», дав вірну констатацію, опис підприємства, де він працював. Другий, такий, що одержав «добре», відзначив ряд «вузьких місць» в техніці і роботі підприємства, а третій, такий, що вніс свої пропозиції по ліквідації цих «вузьких місць», одержав «відмінно». Якщо студент покине аудиторію, вуз з глибоким переконанням, що те, чому його учили, є «досконалість», у нього в свідомості не буде ґрунту для творчих роздумів про техніку, а, отже, і стимулу до її поліпшення.

Виховання інтересу до науки і техніки, до своєї області знання, до продуктивної праці – один з найважливіших обов'язків лектора вищої школи. У цьому питанні не можна запропонувати яку-небудь рецептуру, оскільки кожен лектор знає свою об-

ласть науки, її шляхи, що стоять перед нею завдання, її зрине майбутнє краще, ніж хто-небудь інший.

Очевидно, йому і належить шукати і знаходити конкретні прийоми і матеріали для виховання інтересу до галузі науки і техніки, що представляється. Обмежимося лише простим переліком загальних напрямів виховної роботи, здійснюваної в цих цілях: розкриття перед студентами глибоких і захоплюючих завдань, що стоять перед даною областю науки і техніки; розповіді лектора про свою особисту працю в даній науці, про його труднощі і їх подолання; запрошення студентів до особистої участі в наукових роботах, що ведуться на кафедрі; ознайомлення студентів з цікавими історичними фактами в розвитку даної науки, області техніки; вказівка на велику значущість розділу, що вивчається, в економіці країни, в її прогресі. Лектор, що зацікавив аудиторію матеріалом, що представляється ним, ніколи не скаржитиметься на те, що студенти його погано слухають. Тут можна тільки застерегти від спроб заміни справжнього інтересу зовнішньою цікавістю викладу.

Як коротке резюме про виховний рівень лекції відзначимо наступне: кожному лектору необхідно проводити поза всякою залежністю від змісту читаної їм лекції серйозну виховну роботу; виховна робота на лекції починається з придання навчаним належного відношення до розкритих нових понять; метод розкриття понять, що вперше освоюються навчаними, є першоосновою формування їх відношення до цих понять, що переростає згодом в елементи світогляду; кожен лектор особливо ретельно повинен продумати свою лекцію з позицій виключення всякої можливості виховання в мисленні слухачів елементів догматизму, формалізму.

2.3 Методичний рівень лекції

Методичний рівень лекції забезпечується за допомогою розділення лектором методичних завдань, які зводяться переважно до того, щоб лекція не перетворювалася на віщання готових визначень тих або інших понять, в прості описи об'єктів і процесів, а представляла б логічну послідовність «рішень-процесів», що дають докази, що приводять до рішень. Для цього у розпорядженні лектора є багатющий арсенал методів з області психології і логіки, користуючись якими він в змозі управляти пізнавальною діяльністю студентів. На жаль, у вищій технічній школі лекційний матеріал подається головним чином у вигляді математичних викладень і словесних описів. Описуються об'єкти (конструктивні форми): «Сильфон одним кінцем закріплений на диску a , сполученому з корпусом приладу, а іншим, вільним кінцем приводить в рух важіль b , пов'язаний з перемикачем v ...» і т.д. Або: «Змінний опір a приєднано до місткості b , а другий висновок йде до сітки v тріода z ...» і т.д. Описуються процеси: «Поле швидкостей ламінарного потоку є параболою ...». Описуються методи: «Золот-

никова діаграма є колом радіусу R , в якому на діаметрі, розташованому від лінії ходів на кут $90^\circ + \delta$ відкладаються два допоміжні кола діаметром ...» і т.д.

Бувають випадки, коли опис виправдано. Але в переважній більшості воно практично виключає з процесу лекційного навчання думку про те, що важливо не тільки те, що річ є, а і те, як вона стала такою. Тому в ході підготовки і обдумування лекції з боку її методичного рівня слід особливу увагу приділити генетичному методу розкриття учбового матеріалу. Розглянемо детально використання генетичного методу для розкриття на лекції однієї з її частин на прикладі підтеми «Золотникова діаграма як метод аналізу роботи золотникових механізмів».

Відповідно до назви в методичній розробці ставиться завдання не «ознайомити» студентів із золотниковою діаграмою, а навчити студентів методу використання золотникових діаграм для аналізу роботи золотникових механізмів. (Підтема охоплює дві організаційні форми учбового процесу – лекцію і домашнє завдання.) Тут же мовиться, що засвоєння цього методу часто скрутно для студентів, що шляхом самостійного опрацювання підручників студент може тільки описати, що представляє з себе золотникова діаграма, але не може застосувати діаграму як метод аналізу паророзподілення. Тому в лекції ставиться мета: допомогти студентам сформувати вміння користуватися золотниковою діаграмою.

Студенти зобов'язані (і по лекції, і по підручнику) знати, що якщо поршень приводиться в рух кривошипом R , а золотник – кривошипом r , то для забезпечення своєчасного паророзподілення кривошип золотника повинен випереджати (по обертанню валу) кривошип поршня на кут $90^\circ + \alpha$ і що, отже, зсув золотника від свого середнього положення при заданому вугіллі α повороту кривошипа поршня може бути визначений із співвідношення (рис.2.4) $y = r \cdot s \cdot \sin(\alpha + \delta)$, цілком достатнього для подальших висновків. Ілюстрацією «опису» може служити текст і креслення з підручника¹ (рис.2.5. Золотникова діаграма Цейнера).

¹ Здесь и далее мы используем примеры «описаний» из учебника, а не лекции, так как текст многих лекций в основном воспроизводит текст учебника, хотя и должен отличаться от него.

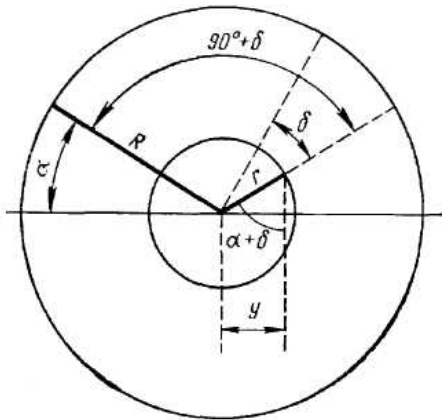


Рисунок 2.4 – Золотникова діаграма

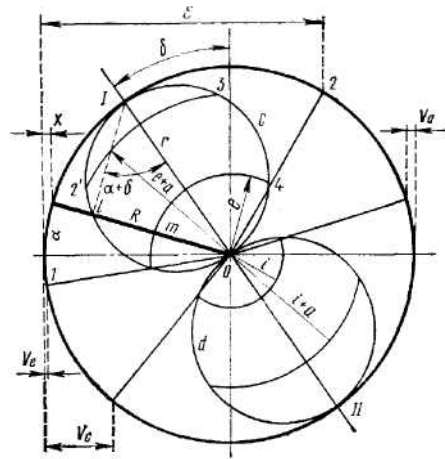


Рисунок 2.5 – Золотникова діаграма Цейнера

«На фиг.2.5 зображена золотникова діаграма Цейнера. Для її побудови радіусом R креслиться коло; на діаметрі I-II цього кола, який проводиться з відставанням під кутом δ до вертикального діаметру будуються два допоміжні дотичні кола c і d діаметром r . Для довільного положення головного кривошипа R (кут повороту α) частина радіусу $O-l$, рівна відстані від початку координат до зустрічі з допоміжним колом, є величиною зсуву золотника при даному a . Дійсно, $l = I \cdot \sin(\alpha + \delta) = r \sin(\alpha + \delta)$.

Щоб одержати величину відкриття парового вікна при впусканні пари, у верхньому допоміжному колі проводяться дуги двох кіл радіусом e і $e+a$ з центром в точці O . Для визначення величини відкриття вікна при випуску в нижньому допоміжному колі проводяться дуги двох кіл радіусами i і $i+a$. Тоді при якому-небудь положенні головного кривошипа R зсув золотника з середнього положення визначається відрізком $O-l$, а відкриття вікна – відрізком $m-l$. Із золотникової діаграми виходить, що при золотниковому паророзподіленні тривалості чотирьох основних процесів, що визначають роботу машини: наповнення, розширення, випуску і стиснення ... не можуть мати довільного значення. З викладеного виходить, що золотникова діаграма дозволяє ясно представити графічно роботу паророзподільного механізму ...». «Користуючись золотниковою діаграмою, легко встановити, як зміняться основні фази паророзподілення, якщо провести ту або іншу перестановку в системі паророзподілення». Діаграма описана, але не розкрита, не озброїла студентів методом аналізу паророзподілення. Навіть при вивченні по приведеному тексту студент не зможе відповісти на ряд істотних питань, що виходять за область того, «що є» золотникова діаграма. Ось деякі питання. Чому кут дельта відкладений, як сказано в підручнику, з відставанням? Від чого, він відстає? Як розуміти це відставання і навіщо воно потрібне? Чому лінія

ходів поршня знаходиться під кутом 90° плюс дельта до лінії ходів золотника, коли в реальній машині вони розташовані паралельно? Чому хід поршня на діаграмі рівний ходу золотника, коли в реальній машині хід золотника у багато разів менше? Які реальні конструктивні форми машини обумовлюють викладену в тексті зв'язаність періодів роботи машини? Як на реальній машині впливати на зміну моментів і періодів паророзподілення? (Кут заклинювання перекриши, зрушення від середнього.) Лекція повинна будуватися інакше. У даному випадку перед аудиторією потрібно поставити завдання знайти зручний метод, що дозволяє для кожного довільного положення поршня знати відповідне положення золотника, і побудувати відповідний процес міркування, направлений на рішення цієї задачі. Це міркування (що використовує генетичний і евристичний методи розкриття учбового матеріалу) може бути, наприклад, в такій послідовності кроків.

1. Є рівняння, показане вище, але ним користуватися незручно: обчислювати тисячі разів, а головне, пройти мимо характерних положень, що визначають роботу машини.

2. Можна застосувати графічний метод, оскільки поршень і золотник зв'язані кінематично механізмом машини (рис.2.6).

Користуючись лінійкою і циркулем, можна для кожного положення поршня знаходити відповідні положення золотника або навпаки: по заданих положеннях золотника – відповідні положення поршня. Характерні моменти: крайні для поршня, середнє для золотника і положення, при яких починають закриватися або відкриватися вікна для впускання або випуску пари, для тієї або іншої порожнини. Це означає, як мінімум, одинадцять побудов. Незручно, та і точність постраждає.

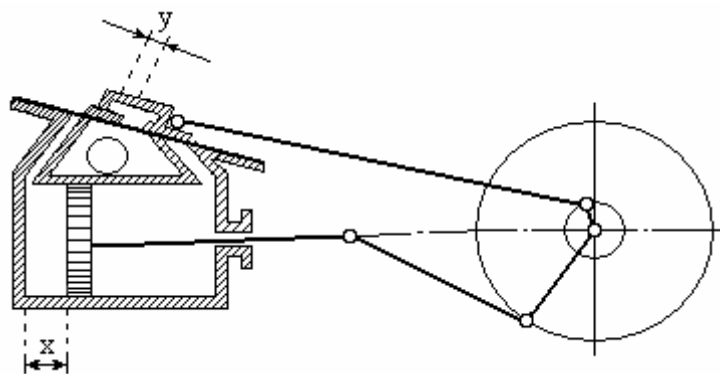


Рисунок 2.6 – Механізм зв'язку поршня і золотника

3. Навіщо брати весь механізм, коли зв'язок переміщень шатуна і кривошипа відомий з курсу теорії машин і механізмів? Це значне спрощення, а якщо потрібно врахувати вплив кінцевої довжини шатуна, то це легко зробити, зносячи крапки дугою, рівній довжині шатуна (рис.2.7,а).

Простіше . але, одинадцять характерних положень втрачені. Залишилися тільки три: крайні для поршня, середнє для золотника. І ще одна незручність, яка була і раніше, але тепер виявилось виразніше завдяки масштабності креслення: неточність як наслідок великої абсолютної різниці в розмірах ходів поршня і золотника.

4. Цю неточність легко усунути. Досить змінити масштаби ходів відносно їх реальних розмірів, і тоді буде тільки одне коло, на діаметр якого в різних масштабах виноситимуться хід поршня x і золотника y (рис.2.7,б).

5. Було б ще простіше, якби замість двох радіусів, зв'язаних необхідністю постійно відкладати кут $90^\circ + \delta$, зв'язати один радіус, сумістити вже рівні на кресленні кривошипи поршня і золотника.

Виконаємо цю операцію. Для її здійснення потрібно радіус золотника обернути *проти* ходу машини до поєднання з радіусом кривошипа. Для цього, очевидно, доведеться повернути його на кут $90^\circ + \delta$. Добре! Один кривошип. Але ... тепер проекція на лінію ходів *поршня* не дасть переміщення золотника. Потрібне, очевидно, лінію ходів золотника також перемістити на кут $90^\circ + \delta$. Тепер зрушення золотника замість управо будуть вгору і вліво. Що ж ми виграли в спрощеннях (рис.2.7,в)?

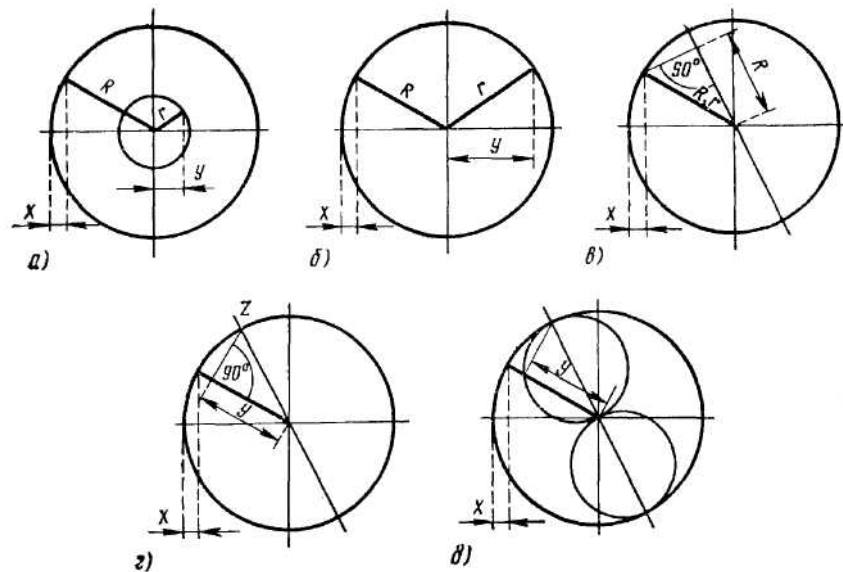


Рисунок 2.7 – Схема переміщень шатуна і кривошипа

6. Цей виграш легко виявити, якщо ввести ще одне спрощення. Спробуємо проектувати не кінець об'єднаного радіусу на небажано виниклу лінію ходів золотника, а навпаки, кінець лінії ходів золотника проектуватимемо на об'єднаний радіус. Ця допустимо, оскільки трикутники подібні. Тоді для даного положення кривошипа зрушення поршня – проекція на лінію ходів поршня x , а зрушення золотника – відрізок на радіусі, що відсікається проекцією з точки z (рис.2.7,г).

Одержана серія прямих кутів, що спираються на одну лінію – радіус кривошипа. З елементарної геометрії виходить, що вершини цих кутів лежать на колі, якщо підстава їх – її діаметр. Проведемо це коло (рис.2.7,д). Тепер будь-яке положення поршня і відповідне йому положення кривошипа відразу ж покаже зрушення золотника як відрізок на колі, побудованому на лінії ходів золотника, яка знадобиться тільки для того, щоб не забувати напрому правого і лівого зрушень золотника від його середнього положення. Максимальне зрушення – при збігу радіусу з лінією ходів золотника, нульовою – при положенні, дотичному до кола ходів золотника.

7. Діаграма набуває ще більшої цінності і зручності, якщо для кожного положення радіусу відомо, наскільки золотник перекидає вікно, наскільки вікно відкрито. Для цього слідує тільки радіусами, рівними величині перекиши і перекиши + ширина вікна, нанести дуги кола, на яких кожен радіус відсікає би і зрушення, і відкриття вікна, а отже, почало або кінець надходження пари в порожнину машини.

Тепер діаграма (див. рис.2.5) виразно показує: коли золотник знаходиться в своєму середньому положенні, коли він відкриває вікно для впускання пари (положення 1), коли вікно відкривається повністю (2), коли буде максимальне зрушення золотника, коли вікно почне закриватися (3) і коли закриється зовсім (4).

Одночасно видно зв'язок одержаних моментів паророзподілення: зміна кута дельта зрушує всі крапки по колу, зміна перекиши e зближує або віддаляє їх. Отже, зміна кута заклинювання кривошипів поршня і золотника і зміну величини перекиши допомагають проектувати, перевіряти і виправляти паророзподілення.

Для зрушень вліво проведемо аналогічну побудову і одержимо золотникову діаграму, опис якої даний в підручнику.

При такому розкритті учбового матеріалу студент в змозі не тільки відповідати на питання, «чому» діаграма така, а не інша, але і в змозі використовувати її для аналізу паророзподілення, для чого вона і призначена. Всі елементи діаграми не дані декларативно і не можуть бути сприйняті догматично: вони виникли в процесі рішення задачі, і тому тут спостерігається не просте запам'ятовування, а розуміння всіх елементів діаграми.

Фрази підручника «З викладеного видно ...», «Діаграма дозволяє нам» замінюються дійсним баченням можливостей діаграми, які відразу ж підкріплюються приватними завданнями. Далі можна перейти до дедуктивно-аналітичного методу засвоєння використання діаграми в окремих випадках.

1. Золотник зрушений вправо від середнього положення на величину y . Визначити фази паророзподілення.

2. Які зміни викличе в паророзподіленні збільшення зовнішньої перекиши e ? Відповідь: а) запізниться впускання; б) скоротиться період впускання; у) відсічення

пари наступить раніше.

3. Що слід зробити, щоб зберегти зменшене наповнення, але відновити колишнє передування впускання? Відповідь: збільшити кут випередження дельта.

4. Як це позначиться на випуску пари? Відповідь: збільшиться стиснення і передування випуску і т.д.

Викладений метод дозволяє видавати домашнє завдання студентам на визначення елементів золотникового механізму по заданій індикаторній діаграмі машини. Крім того, детально розібравши виникнення діаграми в результаті рішення поставленої задачі, викладач може опустити в лекції «опис» діаграм іншого типа, що є модифікацією даної, але такої, що будується на тих же основах. Розглянемо приклад розкриття конструктивної форми досліджуваного об'єкту, що дається часто також «описовим» шляхом не тільки в підручнику (що в значній мірі може бути виправдано), але і на лекції.

Об'єктом вивчення є конструкція індикатора. У підручнику читаємо: «Індикаторні діаграми знімаються за допомогою особливих приладів – індикаторів. Гайкою 2 конус 1 індикатора з'єднується з триходовим краном, встановленим в спеціальному індикаторному штуцері, що пов'язує кран з шкідливим простором машини. Поршень індикатора навантажений пружиною 10. Переміщення поршня 3 викликають відповідні переміщення важеля 11 і закріпленого на його кінці олівця 18, який пише на папері, надітому на барабан 13 індикатора, що повертається. Барабан індикатора за допомогою шнура 17, закріпленого і наведеного на нижній частині барабана і далі пропущеного через направляючі ролики 16 і зменшувач ходу, зв'язується з крейцкопфом машини або з якою-небудь іншою її деталлю» і т.д.

Такий докладний опис надмірно. Надане робоче складальне креслення індикатора, на якому принципова його схема затемнена безліччю деталей і про призначення яких студенту належить здогадуватися самому. Абсолютно очевидно, що сюди включений матеріал лабораторного практикуму, де студент, користуючись інструкцією і кресленням індикатора на плакаті, самостійно розбереться в конструктивних формах цього пристрою. На лекціях же треба будувати теоретичну індикаторну діаграму. Для розуміння способу отримання реальної діаграми і принципу пристрою індикатора, що допоможе студентам потім в лабораторії розібратися і з конструктивними кресленнями, досить розкрити саме принцип, а не описувати сам пристрій. Відвернемося на якийсь час від приватного прикладу і зупинимося на загальному положенні, що відноситься до всіх без виключення конструктивних форм технічних об'єктів, вживаних у всіх без виключення областях техніки.

Всяка конструктивна форма може розглядатися як реальне рішення тієї або іншої технічної задачі. Суть будь-якого з цих завдань полягає в тому, щоб знайти таку

конкретну конструктивну форму, яка забезпечувала б протікання того або іншого фізичного або хімічного процесу в бажаних межах і в бажаному напрямі – будь то рух електронів, теплові або акустичні коливання молекул і т.д.

Між конструктивною формою технічного об'єкту і фізико-хімічним процесом, в ній реалізованому, існують єдність і взаємозв'язок: принципові конструктивні форми технічного об'єкту визначаються фізико-хімічними процесами, що в них протікають, але реальні конструктивні форми, у свою чергу, визначають реальні параметри цих процесів. Принципові конструктивні форми передбачають повне використання фізико-хімічних процесів, а реальні використовують можливості, поміщені в цих процесах, тільки частково, не повністю, звідки і виникає метод порівняння принципового з реальним, відомий під назвою к.к.д.

Це загальне положення дає можливість розкривати будь-який технічний об'єкт, простежуючи процес його виникнення при рішенні задачі дослідження: перш за все при пошуку принципових конструктивних форм, визначуваних і фізико-хімічними явищами, а потім при конструюванні конкретних форм. На лекції розв'язується перша частина завдання: розкриття принципових конструктивних форм, що визначають характер протікаючих в них процесів, а вивчення реальних конструкцій може бути набагато успішніше здійснено в інших формах навчання.

Що ж до принципових особливостей конструкції, то, очевидно, їх потрібно пояснювати в процесі їх становлення, в контексті рішення задачі в бажаних рамках, межах і напрямі. Зокрема, в прикладі з індикатором розкриття його принципових особливостей досягається через дослідження рішення задачі і розробки методу безпосереднього графічного зображення реального процесу, що протікає в порожнинах поршневого двигуна. Ентропійна діаграма відпадає унаслідок неможливості безпосереднього виміру ентропії. Діаграма тиск-об'єми реалізується шляхом безпосереднього вимірювання тиску (манометр) і об'ємів (хід поршня, пропорційний об'ємам). Цю можливість реалізував ще Д. Уатт в наступній принциповій формі (див. рис.2.8), яка не змінилася до теперішнього часу, хоч і зазнала значні конструктивні зміни, викликані зростанням тиску (від 1,1 до 300 атм.) і швидкостей поршня (від 0,5 м/с до 10 м/с).

Інерційні зусилля спотворюють діаграму, і тому всі конструктивні шукання були направлені до їх усунення, що при великих швидкостях можливо за рахунок зменшення рухомих мас. Індикатор став мініатюрним настільки, що видимий рух поршня довелося збільшувати до помітних оком особливостей діаграми, а хід реєстраційного листа – зменшувати.

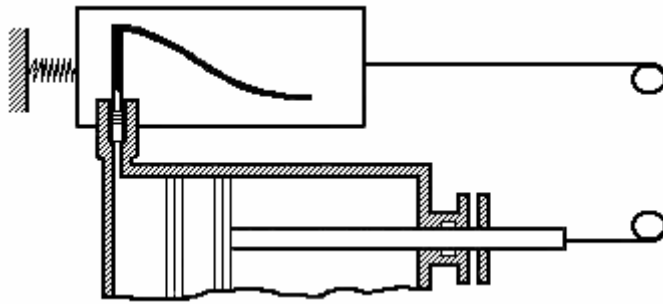


Рисунок 2.8 – Принцип вимірювання характеристик тиск-об'єм

Це привело до застосування паралелограма між поршнем і стрижнем, що пише, і зменшувачем ходу між поршнем і листом, що накладається на барабан. (З індикатором, що має таку конструктивну форму, студенти можуть познайомитися в лабораторії.) Подальше збільшення швидкостей і тиску привело до нового рішення: застосуванню п'єзокристалів як датчики тиску і світлового променя, що викреслює діаграму на фотопапері.

При такому викладі матеріалу студент розуміє, «навіщо» сконструйований індикатор, «чому» сконструйований так, а не інакше, «для чого» в нього введені такі елементи, як паралелограм і зменшувач ходу, які останні досягнення у області застосування індикаторів. Конструктивні ж особливості, на наш погляд, краще всього будуть засвоєні тоді, коли студент розгляне плакат, що показує прилад в розрізі, своїми руками потримає реальний індикатор і використає його для зняття діаграм з працюючого поршневого двигуна. Використання окремих методів, прийомів, способів розкриття учбового матеріалу визначається складним комплексом чинників, серед яких: характер учбової дисципліни, характер розкривного поняття, віковий рівень аудиторії, ступінь її підготовки, форма учбового процесу і т.д. Тому методичне завдання викладача полягає і в тому, щоб для кожного конкретного випадку розкриття учбового матеріалу знайти якнайкращий метод, що дає максимальний ефект навчання.

У попередніх розділах при розкритті понять «науковий», «виховний» рівень лекції вже була обернена увага на деякі приватні методи, прийоми, способи, направлені на досягнення максимального ефекту навчання: були показані методи розкриття учбового визначення, методи виховання окремих якостей у навчаних і т.д.

Розглянемо декілька прикладів використання різних методів розкриття одного і того ж учбового матеріалу. У навчальному посібнику для вузів «Загальна теплотехніка» написано: «... у періодично діючих машинах (а тільки такі нас і цікавлять) робоче тіло повинне повертатися в первинний стан. Це може відбутися в тому випадку, якщо робоче тіло проходить через ряд змін стану, утворюючих замкнений процес, який інакше називають циклом. Такий цикл зображений на мал. 124, де

дана його Pv -діаграма . При розширенні робоче тіло здійснює роботу l_1 (робота розширення), вимірювану площею l_2 , при стисненні витрачається робота (робота стиснення), вимірювана площею $BEFADB$. В результаті один цикл дає корисну роботу l_0 , вимірювану площею $ACBDA$, тобто площею, обмеженою кривою процесу зміни стану робочого тіла».

На заліку студент відповів майже текстуально, але на питання: «А чому майданчики в координатах Pv представляють роботу?» – не зміг дати ясної відповіді. Коли йому запропонували подумати, він сказав: «Адже так у формулу для роботи входять P і v », – і вірно написав формулу

$$\ell = \int_{v_1}^{v_2} P dv.$$

«Тоді скажіть, – продовжував викладач, – чому в цьому рівнянні представлена саме робота, а не що-небудь інше?» Студент не зміг відповісти, не зміг зв'язати відоме йому з шкільної лави уявлення про роботу як твір сили на шлях з уявленням про роботу як твір тиску на питомий об'єм.

Звертаючись знову до підручника, знаходимо: «Для підрахунку кількості доведеної роботи розіб'ємо весь процес розширення на нескінченно малі елементи з відрізками шляху ds поршня в кожному; в цьому випадку для кожного елементу робота знайдеться як твір сили на шлях (сила тиску діє по нормалі), тобто $d\ell = P F ds$, тут P тиск газу; F – площа поршня.

Оскільки $F ds = dv$, то $d\ell = P dv$ і робота, що здійснюється 1 кг газу

$$\ell = \int_{v_1}^{v_2} P dv \tag{2.1}$$

Вид формули (2.1) показує, що для графічного зображення зручно користуватися діаграмою, в якій при зміні стану газу по осі абсцис відкладаються значення питомого об'єму v газу, відповідні окремим положенням поршня, а по осі ординат – значення тиску P , що встановлюються при цьому; якщо крапки, що вийшли на діаграмі, кожна з яких характеризує стан газу в циліндрі, з'єднати між собою плавної кривої, вийде лінія, що характеризує процес зміни стану. Така діаграма називається Pv -діаграмою (фіг. 1.6)».

Джерело «мук» студента абсолютно очевидне. Основа переходу від звичного, давно засвоєного поняття (робота = сила×шлях) до нового не акцентована в тексті

підручника: у одному випадку дана в дужках і недостатньо зрозуміло – «сила тиску діє по нормалі», в іншому випадку дана в абстрактній формі («оскільки $Fds=dv$ »), а твердження, що найбільш запам'ятовується, про $\square v$ -діаграму – «зручно користуватися». В даному прикладі не розкривається учбовий матеріал, а описується; не ставиться завдання, яке потрібно вирішити, щоб в її рішенні: 1) сформувані у студента поняття; 2) розвивати у нього наукове мислення. Адже в даному випадку це можна зробити, застосовуючи ряд методів розкриття учбового матеріалу.

Якщо прийняти індуктивно-синтетичний метод, то шлях формування поняття про те, що в $\square v$ -координатах майданчика у вибраному масштабі представляють вираз роботи процесу або циклу, буде наступним.

1. У координатах $\square v$ будь-яка крапка однозначно визначає стан робочого тіла, оскільки дає два параметри стану: тиск (ордината) і питомий об'єм (абсциса).
2. Але тиск – це сила на 1 см^2 , помножена на площу поршня, вона дає силу, що діє на нього.
3. Зміна об'єму газу пропорційно шляху, пройденому поршнем.
4. Отже, елементарна площа діаграми в координатах $\square dv$ представляє елементарну, а що інтегрована по всьому процесу – повну роботу циклу: позитивну, якщо процес – розширення; негативну, якщо процес – стиснення, оскільки в першому випадку газ розширюється, проводячи роботу, а в другому його можна стиснути тільки за умови витрати роботи.

Якщо застосувати дедуктивно-аналітичний метод розкриття поняття про майданчик під кривою процесу в координатах $\square v$, то шлях йтиме від визначення до його доказу.

1. У Pv -координатах майданчик, обмежений кривою процесу, ординатами його початку і кінця і віссю абсцис у вибраному масштабі, представляє роботу процесу.
2. Ця площа може бути виражена як, де тиск P пропорційно змінному по величині зусиллю, силі, що діє на поршень, оскільки ця сила рівна твору площі поршня на P .
3. Зміна об'єму dv пропорційно зміні шляху, прохідному поршнем.
4. Отже, в рівнянні дано в інтегральній формі твір шляху на зусилля, рівне роботі.

Якщо використовувати генетичний метод, то та ж залежність може бути розкрита у вигляді рішення наступної задачі: у яких координатах можна знайти графічний вираз роботи процесу?

1. Робота = сила \times шлях.
2. Сила, рівна твору: тиск \times площа поршня.
3. Шлях рівний об'єму, що ділиться на площу поршня.
4. Отже, якщо замінити ті, що становлять роботи, шляхи і силу пропорційними їм об'ємом і тиском, то в координатах $\square v$ майданчик під лінією процесу виразить у ві-

домому масштабі роботу процесу.

Кожний з приведених різних методів формування одного і того ж поняття може бути даний в поєднанні з евристичним методом. В цьому випадку, наприклад, генетичне розкриття поняття звучатиме таким чином: оскільки в термодинамічних процесах (окрім $v = \text{const}$) генерується або споживається робота, було б зручно знайти метод графічного виразу для неї. Які компоненти роботи? Це, як вам відомо, *сила і шлях*, з твору яких виходить робота. Отже, в координатах сила і шлях робота може бути виражена у вигляді площі. А чи є у робочого тіла такі параметри, як сила і шлях? Ні, але пропорційні їм: тиск P і питомий об'єм v . Отже, майданчик під кривою процесу в Pv -координатах у вибраному масштабі є роботою цього процесу, що аналітично можна

виразити як $l = \int_{v_1}^{v_2} P dv$ для ізобаричного і $\ell = \int_{v_1}^{v_2} P dv$ для будь-якого процесу.

Тут використаний простий приклад, і тому логічні побудови можуть показатися примітивними. Проте суть полягає в тому, що будь-яке поняття (і просте, і складне) лектор може розкривати, усвідомлено користуючись відповідним логічним прийомом, або методом. Застосування ж до одного і того ж учбового матеріалу різних методів розкриття його суті дає викладачу можливість дослідження з багатьох методів найбільш ефективного для кожного конкретного випадку, виходячи з конкретних умов.

2.4 Риторичний рівень лекції

Підготовка до читання хорошої лекції повинна включати не тільки її планування і турботу про науковий, виховний і методичний рівні. Лектор повинен продумати і риторичний рівень майбутньої лекції, як одну із сторін її якості, оскільки істотно не тільки те, що сказано лектором, але і те, як це сказано.

Лекції з того, як вони читаються, тобто по своєму стилю, можуть бути *емоційними* і *раціональними*. Причому (незалежно від особистих якостей лектора) передбачається, що емоційні лекції є переважнішими по дисциплінах суспільного циклу, а раціональні – для фізико-математичного і технічного циклів. Таке ділення умовно. Емоційність в тій чи іншій мірі необхідна при викладі будь-якої дисципліни. Питання ж полягає в тому, який цей «захід», де межа між ними. Мабуть, там, де виразність стає помітною, почне жити самостійно, вийде за рамки акомпанементу до раціональної частини лекції. Вимовляння в аудиторії відомого визначення: «Теплота – цариця миру, а ентропія її тінь» в раціональному стилі приводить до байдужого прослуховування безбарвного однотонного звучання, але при емоційному стилі – до зацікавленості і аудиторія починала сміятися, коли наступала театральність.

Як ні парадоксально це звучить, але виразність повинна залишатися непомітною, бути елементом, частиною, властивістю, забарвленням того учбового пізнавального матеріалу, який несе в собі слово лектора. Це та область, де майстерність лектора набуває рис мистецтва. Таким чином, лекція повинна бути раціональною за змістом і емоційної формою. Стель лекції не визначається виключно індивідуальними якостями лектора (як це може показатися на перший погляд), але багато в чому залежить від її змісту і може бути вироблений кожним лектором стосовно того, що і для чого він висловлює на лекції.

В процесі підготовки лекції можна проводити аналіз мови по його якості, ставлячи мету зробити її мову точною, ясною, однозначною, доступною, стислою, образною. Підготовка і аналіз тексту лекції полегшується на основі оцінки по цих критеріях. Навіть в найкоротших думках, що містять всього два-три слова, наприклад «Лектор допустив помилку», можна і потрібно робити виразні логічні наголоси, число яких (теоретично) може бути рівне числу слів в думці. Якщо сказано: «Лектор допустив помилку», «Лектор *допустив* помилку» і «Лектор допустив *помилку*», то видно, що в першому випадку акцент на тому, хто винен в допущеній помилці, в другому – в чому полягає його провина, в третьому – що виникло в результаті його провини. Можна рекомендувати лекторам «домашнє завдання»: робити логічний наголос виразно чутним. Цей наголос рівноцінно підкресленню, розрядці або набору курсивом на сторінках підручника, але, на жаль, воно абсолютно недостатньо використовується. Дуже погано, коли лектор плутається в нескінченних «яких» і ніяк не може від них позбавитися.

Стисло викладемо деякі практичні рекомендації молодому лектору.

Читаючи лекцію, необхідно мати з собою робочий конспект. Писати текст лекції, щоб зачитувати його, не потрібно. Текст пишеться для підготовки лекції і не повинен відтворюватися буква в букву. Для першої, нової лекції складається робочий конспект об'ємом в одну сторінку, а при повтореннях скорочується його до 10...15 рядків (назва підтеми і свідчення стрілок на годинах до моменту закінчення підтеми). Робочий конспект корисно надрукувати на машинці, використовуючи можливу різноманітність тексту: абзаци, підкреслення, заголовний шрифт, розрядки, рамки, параграфи, умовні позначення для дошки, кольорові виділення і т.п. Склавши такий яскравий конспект в одну сторінку (пів сторінки), на нього вже можна не дивитися під час лекції, він стоїть в зоровій пам'яті, значно полегшуючи лектору орієнтацію в послідовності матеріалу і в часі. І конспект, і план потрібні для контролю дозування часу, що при тематичних лекціях необхідно. Якщо потрібно привести якісь табличні дані, яких немає в підручнику, слід підготувати їх на картках або закласти в конспект так, щоб не довелося шукати їх під час лекції.

Корисно указувати мету, яку ставить перед собою і аудиторією лектор (як для лекції в цілому, так і для окремих її елементів). Наприклад: вирішити завдання, аргументувати положення, зрозуміти суть явища, розібратися в причинах, знайти взаємозв'язки, знайти формулювання і т.д. Потрібне, щоб аудиторія бачила, навіщо лектор проводить ту або іншу операцію. Погано, коли лектор звертається до аудиторії із словами: «Розглянемо ... виділимо ... підставимо в рівняння ... перетворюваний ...» і т.д., іншими словами, говорить про те, що і так видно, але не говорить того, що не видно: навіщо він це робить, яку мету ставить. Не можна допускати нечіткості у визначеннях і формулюваннях. Шкода всякої нечіткості полягає в тому, що студент якщо навіть і освоює істоту питання, то тільки за рахунок зайвих, додаткових витрат праці і часу на освоєння знань.

Правильне використання класичних аксесуарів викладання: дошки і крейди – істотний елемент добре прочитаної лекції. Малюнки на дошці повинні бути ясними, чіткими, масштабними, такими, що відображають предмет або процес максимально повно (не по деталізації, а по суті). Слід уникати мовчазного малювання і пред'явлення аудиторії готового малюнка. (Заперечення, що студент не може одночасно і малювати, і записувати – не зовсім вірно, оскільки потрібно говорити те, чого записувати не потрібно, але що допомагає правильно і усвідомлено малювати.) У багатьох випадках правильна послідовність малюнка на дошці, що ілюструє розвиток, становлення об'єкту або методу, цінніше найкрасивіших і барвистіших готових плакатів. Використання дошки слід погоджувати з дозуванням – хронометражем, наміченим в плані. Необхідно постійно стежити за аудиторією. Лектор, що дивиться тільки на дошку або в конспект, – не лектор: у нього немає основної якості – він не сприймає аудиторію. Потрібне весь час (якщо не зв'язаний дошкою або плакатом), дивитися в аудиторію, в обличчя і очі слухачів, щоб кожному здавалося, що саме йому розповідаєш.

Слід надавати допомогу студентам у веденні конспекту, але не диктувати (звичайно, за винятком нових термінів або визначень, які відсутні в підручнику або не допускають неточності у формулюванні). Допомагати слід, систематизуючи роботу студента. Лекція має план, тему, підтеми, параграфи, які мають цифрові або буквені позначення, а ще краще за назву. Структурний план лекції повинен бути точно перенесений в конспект. Якщо студент не запише що-небудь, то система лекції буде їм зафіксована і, керуючись нею, він знайде упущене по конспекту товариша.

Необхідний автохронометраж. Треба періодично стежити за планом або робочому конспекту за відповідністю процесу читання наміченому дозуванню. Якщо матеріалу виявилось більшим, ніж передбачено, потрібне або підсилити темп, не переходячи межі розумного, або скоротити що-небудь неістотне, щоб «укластися» у від-

ведений час. Корисно, особливо початківцю, мати декілька підготовлених «кінцівок» різної тривалості, щоб почути дзвінок услід за останнім словом своєї лекції. При роботі над риторичним рівнем лекції ми рекомендуємо використовувати матеріали, опубліковані видавництвом «Знання», у вигляді восьми окремих брошур, присвячених культурі мови, методиці підготовки виступу, науково-популярним лекціям, бібліографії, технічним засобам лекційної пропаганди і деяким питанням ораторського мистецтва, книгу Э. Фальковича «Мистецтво лектора» і книги Д.Э. Розенталя «Культура мови лектора», «Культура мови».

Автори рекомендованих книг приділяють достатню увагу питанням структури усного виступу, і методам підготовки до нього, і мові лекції, і виразним засобам лектора. Приведені зразки мов, лекцій крупних політичних діячів і учених.

2.5 Лекція і підручник

Що збереглося і у наш час вираз «читання лекцій» виникло в ті часи, коли лектор з кафедри вузу буквально зачитував текст лекції, друкарський або рукописний. Ідентичність тексту підручника і лекцій ніде, ніколи і ніким не обґрунтовувалася з психолого-педагогічних позицій і була прямим слідством зовнішніх по відношенню до учбового процесу умов, що історично склалися. Ми не прихильники формули «Лекція або підручник», вважаючи, що всі права за формулою «І лекція, і підручник». Пояснення своєї позиції почнемо з виявлення елементів схожості і відмінності між ними.

Елементи схожості:

Зміст, як лекції, так і підручника визначається єдиним загальним офіційним документом: програмою курсу. І лекція, і підручник – такі форми навчання, де студенти одержують початкову інформацію про об'єкт, що вивчається, процес або метод.

З трьох цілей навчання – знання, уміння і навиків – і лекція, і підручник орієнтовані переважно на формування знань, залишаючи формування умінь і навиків на подальші (хронологічно і логічно) форми учбового процесу. Нагадаємо про умовність підрозділу форм учбового процесу на ті, які, в основному, призначені давати навчаним нові знання (лекція і підручник), і на ті, які, в основному, призначені для формування умінь (різні форми і види практичних і самостійних занять навчаних). Лекція і підручник в цьому відношенні відрізняються від інших форм навчання тим, що формують, в основному, не приватні уміння і навиків, а загальні: уміння логічно і діалектично мислити, сприймати реальну дійсність на основах діалектико-матеріалістичного світогляду. І в процесі читання лекцій, і в процесі складання підручника автор або лектор зобов'язаний знаходити, обґрунтовувати і використовувати різноманітні і найбільш ефективні методи розкриття понять, що вивчаються. Невідді-

льне від процесу навчання виховання навчаного здійснюється як під час лекцій, так і при самостійній роботі над підручником.

Елементи відмінності:

На лекції є безпосередній контакт повчального з навчаними. У роботі над підручником такого контакту немає, повчальний представлений розробленим їм текстом підручника. Лекція «встигає» стежити за останніми досягненнями науки, техніки, педагогіки, а підручник, як правило, відстає від них на декілька років. Працюючи самостійно над підручником, студент має можливість зупинитися, розміркувати, повернутися назад, повторити, перевірити, переконатися в розумінні суті нового поняття, а потім рухатися далі. На лекції, особливо потоковій, такої можливості навчаному не представляється. В рамках підручника є можливість організувати перехід від сформованих знань до умінь шляхом тренувальних завдань, На лекції ж формування умінь обмежується, як правило, вихованням логічного і діалектичного мислення. Отже, між лекцією і підручником, не дивлячись на віддзеркалення в їх змісті загальної програми, є істотні відмінності, що виключають заміну одного іншим. Як лекція, так і підручник володіють специфічними особливостями, що істотно впливають на можливості максимального ефективного їх використання в учбовому процесі. Тут немає ніяких порушень еквівалентності матеріалу підручника матеріалу лекції. Матеріалу, але не методу його розкриття, де викладачу не тільки представляється повна свобода дії, але потрібне використання цієї свободи для максимального підвищення ефективності учбового процесу.

Намітимо деякі загальні рекомендації в рішенні питання про співвідношення між лекцією і підручником.

1. У практиці роботи випускник вищої школи часто зустрічається з безліччю конструкцій, видів, типів, методів, процесів, що об'єднуються єдиною суттю, глибоке розуміння якої позбавляє від необхідності «описувати» всі підваріанти об'єктів, явищ і процесів єдиної спільності. Оскільки підручник обмежений об'ємом, але зобов'язаний привести всі методи, він необхідно переходить на їх простий опис. Залишаючи реєстр всіх методів на сторінках підручника, лектор вибирає один з методів (головний), але розкриває його з вичерпною глибиною, настільки, що студент, цей метод, що засвоїв, саме як метод дослідження, набуває уміння самостійно працювати з іншими методами тієї ж сім'ї, заснованими на загальних і глибоко засвоєних принципах.

2. У наявній учбовій літературі (в усякому разі, що стосується відомішої автору області технічних наук) існує розрив між тими, що передують, так званими теоретичними, основами і лавиноподібним конгломератом відомостей, що обрушуються на навчаних, що приводить до розриву між формуванням знань і умінь.

В даний час можна достатньо безумовно розрізняти принаймні п'ять груп специфічних умінь інженерів (по місцю їх практичної діяльності): *проекткування (конструювання)* – для роботи в проектно-конструкторських організаціях різного типу; *технологія (виготовлення)* – для роботи в цехах заводів і фабрик; *монтаж* – для роботи на будівництвах промислових підприємств будь-якого типу і призначення; *експлуатація* – для роботи на станціях, транспорті, лініях передач і т.д.; *дослідження* – для роботи в заводських і наукових лабораторіях, науково-дослідних інститутах.

Підручники повинні заповнювати розрив між теоретичними основами і каталогами технічних об'єктів, формувати вміння в специфічних для інженерної діяльності видах практичної роботи: проектуванні, виготовленні, монтажі, експлуатації, дослідженні, організації виробництва. В цьому випадку лекції із спеціальних дисциплін перестануть дублювати підручники, написані для заповнення розриву між теоретичними основами і готовими технічними об'єктами, тобто підручники, написані для формування умінь застосовувати одержані знання у всіх аспектах інженерної діяльності. У такому разі в підручнику відобразиться логічний ланцюг формованих понять і умінь, що ґрунтуються на них: закони природи (наприклад, фізика теплових явищ) → застосування пізнаних законів природи з певною практичною метою (наприклад, технічна термодинаміка спеціалізованого характеру і менш абстрагована від завдань практики) → реальні умови і можливості рішення практичних задач в технічному об'єкті даного цільового призначення (наприклад, тепловий двигун, але без деталізації і каталогу приватних рішень, де автор визначає всі основні елементи конструкції, виходячи з термодинамічних процесів, ускладнених явищами теплообміну, газодинаміки, горіння, тертя, механіки і т.д.).

3 ВІД ЗНАНЬ ДО УМІНЬ (ПРАКТИКУМИ)

У основі всякого вміння закладено більш менш глибоке знання; уміти без знання не можна. Термін «уміння» і позначає здатність людини виконувати деяку діяльність на основі раніше одержаного досвіду. Але і придбання в процесі навчання знання ще не означає придбання вміння, витікаючого з цього знання. Тому процес навчання буде незавершеним, якщо його обмежити тільки знаннями, не довести до освоєння потрібних в практичній діяльності умінь, будь то уміння виточити деталь, розрахувати конструкцію, зробити ділове розпорядження або поставити науковий експеримент. (Звідси в учбовому плані вузу час, що відводиться на формування умінь, є не штучним привіском, а необхідною складовою частиною процесу навчання.)

Формування умінь здійснюється в діяльності, що має форму вправ і яку (залежно від характеру формованого уміння) у вищій школі часто називають практикумами, практичними заняттями. Особливими формами придбання, умінь, що супроводжуються розширенням і поглибленням знань, є семінари, домашні завдання, лабораторні практикуми, курсове і дипломне проектування, учбові дослідницькі роботи.

Розглянемо стисло загальні вимоги до організації і проведення вправ, якими бажано керуватися в цілях підвищення ефективності формування професійних умінь у студентів.

Вправа повинна переслідувати певну мету. Загальна мета – формування умінь – в реальному учбовому процесі розпадається на ряд часткових (прочитати, проаналізувати, практично оцінити, зробити висновки, аргументувати і т.д., і т.п.). Тільки в цьому випадку можливо свідоме відношення навчаних до досягнення поставленої мети.

Вправи повинні бути *систематичними*, а тому заздалегідь планованими. Планування вправ передбачає їх необхідну кількість, послідовність, розриви, наростання складності, форми контролю.

Вельми бажана *безперервність* вправ, тобто відсутність тимчасових розривів зверху передбачених. Не вчасно виникла або тривала перерва ламає процес становлення умінь і навиків; «входження» у встановлений ритм їх формування завжди зв'язане з труднощами і втратою часу.

Встановлення *достатнього числа* вправ для закріплення того або іншого уміння. Виникаючі у навчаних ілюзії придбання уміння, навичку не слід приймати за дійсне їх придбання. З іншого боку, зайві вправи призводять до зниження активності, уваги і, отже, до погіршення якості роботи.

Контроль по кінцевому результату вправ хоч і дає можливість встановити ступінь сформованості умінь і навиків, але не дозволяє ефективно управляти, впливати на процес їх становлення, а деколи і надолужити або виправити упущене. Тому в системі вправ контроль повинен бути і по проміжних результатах, перевірка яких може бути заснована на відповідях або рішеннях навчаних у дошки, перевірці ходу вправ в зошитах, питаннях до навчаних.

Розглянемо деякі варіанти загальних для всієї групи організаційних форм проведення вправ.

1. Умова завдання задана на дошці, група вирішує задачу. Прихильники такої форми посилаються на її активність: всі працюють. Що *все*, це ще не доведено, але головне в тому, як вони працюють. Виділяють типове від випадкового, істотне від другорядного? До цього вони можуть бути і не підготовлені. Далі: одні не справляються, інші закінчують «достроково» і нудьгують.

2. Умови задані, до дошки викликається студент, який вирішує всю задачу. Також ряд недоліків. Сильні студенти обгоняють і сидять без діла. Слабкі просто списують хід, не входивши в істоту. Викладач, вимушений стежити за тим, що робиться на дошці, не в змозі стежити за роботою окремих студентів.

3. Викладач сам вирішує задачу, роз'яснюючи хід рішення і його особливості. Ефективно за часом, вірно, але аудиторія пасивна в значній мірі, вона вимикається з сфери головної діяльності – пошуків рішення. Для формування уміння абсолютно необхідне самостійне виконання дій навчаними.

Єдиного «рецепту» дати не можна із-за різноманіття об'єктів, що вивчаються, щеплених умінь і навиків. Учебна дисципліна, її розділ, окреме завдання, її окремі частини диктують кожен для себе якийсь єдиний метод як найбільш ефективний. Потрібні шукання, засновані на теорії навчання, принципах дидактики.

Звернемося до деяких очевидних, але часто нехтуючих правил, корисних при проведенні практичних занять різного типу.

На практикумах, де відбувається особистий контакт викладача з окремими студентами, важливе питання про педагогічний такт. Тут особливо істотні педагогічні знання і уміння, в яких викладач завжди відрізняється від навчаного, своє розуміння процесу навчання, своє особисте керівництво цим процесом. Всяке спілкування повчального з навчаним є частина процесу навчання; за всяким зовнішнім проявом діяльності повчального (його словами, роз'ясненнями, питаннями) криється невидима навчаним складна і відповідальна робота навчання, в якій кожне слово, кожен жест несуть в собі особливе навантаження (пізнавальну, виховну, контрольну і т.д.). Це велика творча робота викладача, і, якщо вона дійсно ведеться, їй супроводить і належний педагогічний такт, природність і щирість, вимогливість, що поєднується з доброзичливістю, і в той же час відсутні такі елементи, як поблажливість, глузливе відношення, зневажливість або, навпаки, підлабузнювання перед студентами.

Лектор зобов'язаний відвідувати практикуми, асистент – лекції. Після кожних відвідин обов'язковий обмін думками. Значення таких взаємних відвідин очевидно: асистент знає, *що* йому потрібно розвивати від знання до уміння через повторення на вправах; лектор знає, *як* реалізуються його наміри, як зробити той або інший закон, метод, правило і т.д. знаряддям практичної діяльності навчаних. Корисно проводити на засіданні кафедри обговорення плану вправ, обґрунтованого цільовим призначенням і методом. Перед початком вправ можна провести короткий огляд теоретичного розділу курсу, що є основою вправ. Огляд не повинен перетворюватися на стислий конспект, коротке повторення викладеного на лекції матеріалу – мета огляду вказати на дійсну потребу перетворити знання, дане на лекції, в уміння, необхідне або при подальшому проходженні учебного плану, або на подальшій інженерній практиці.

Закінчуючи заняття, необхідно інформувати студентів про зміст наступного заняття, вказати, який матеріал з читаного на лекції потрібно пригадати перед наступною вправою, вказати джерела.

Корисно розробити комплексні вправи, де окремі елементи вправи (завдання, ескізи, питання) були б об'єднані як цільовим, так і методичним змістом. В окремих випадках представляється зручним і можливим рішення приватних задач як окремих елементів крупнішого, складнішого завдання, де рішення попередньої задачі є початковим пунктом спершу наступної.

Не перетворювати елементи вправи на самоціль! Істотно не тільки і не стільки одержати правильну «відповідь» завдання, але і зрозуміти, розібрати завдання як метод дослідження, розрахунку. Необхідний короткий аналіз результатів: перевірка по розмірності, по масштабності, по знаку і т.д., щоб привчити студентів до самостійної діяльності, коли у них не буде під рукою ні кінцевого рішення в збірці завдань, ні керівника. Стежити за правильністю науково-технічної термінології, прийнятих позначень величин згідно стандарту, за розмірністю. Упроваджувати техніку обчислень: лінійки, машини. Стежити за «рівноточністю» в числових прикладах.

Особливе місце серед практичних занять займають семінари. У семінарах досягається двояка мета. З одного боку, це, дійсно, один з методів глибшого опрацювання, виразнішого розкриття тих або інших (звичайно, вузлових) розділів і тим теоретичного курсу, але, з іншого боку, семінар безумовно є практикумом в тому сенсі, що служить придбанню і закріпленню умінь.

Перш за все, семінар є однією з форм самостійної роботи навчаних, причому ця робота проводиться як поза семінаром, так і в процесі його проведення. Самостійна, робота над літературними джерелами передує семінару і в цій своїй формі розвиває уміння і навички в підготовці повідомлення (доповіді). Самостійна робота здійснюється і безпосередньо в процесі семінару. В цьому випадку формуються уміння виступати перед аудиторією, висловлювати свої думки і думки, полемізувати, дискутувати, аргументувати, доводити. Саме тут в числі інших отримуються навички агітаційно-пропагандистської роботи.

Як форма навчання семінар характеризується організацією обговорення учбового матеріалу. Завдання керівника семінару полягає в тому, щоб обговорювана тема перетворилася на живу і плідну дискусію. Як приклад організації і проведення семінарських занять пошлемося на досвід роботи кафедри історії техніки в Московському енергетичному інституті. По всьому курсу було виділено п'ять вузлових тем, винесених на семінарські заняття: 1. Закономірності розвитку техніки. 2. Криза енергетики (XVIII і XX вв.). 3. Закон збереження і перетворення енергії. 4. Становлення і роль універсального двигуна. 5. Становлення електроенергетики. По 1, 2,4 і 5 темам

колективом кафедри були видані невеликі навчальні посібники об'ємом в один друкарський лист. По 3 темі студентам рекомендувалося вивчити першоджерела (Майер, Фарадей, Максвел, Ломоносов).

Керівник семінару готував ряд питань, на які не можна було відповісти «по пам'яті». Приведемо декілька типових питань: «Ви стверджуєте, що протягом XIX в. водяні колеса почали рішуче витіснятися паросиловими установками. Чим пояснити подібну тенденцію завжди шукаючих прибутків власників шахт і копалень, якщо к.к.д. водяних двигунів досягав 75 %, а в кращих зразках у парових був тільки 0,75 %, тобто в сто разів менше?»; «Навіщо знадобилося споруджувати складні і мало економічні теплові електростанції і лінії дальніх електропередач, коли нафтопровід середніх розмірів передає в одиницю часу кількість енергії, що значно перевищує, що передається електричним струмом по дротах?»; «Чому виникла проблема багатофазних струмів, коли однофазний змінний струм найкращим чином вирішував питання передачі енергії по дротах шляхом підвищення напруги в трансформаторі з подальшим пониженням у місця споживання струму?»; «Який з сучасних двигунів є універсальним і за якими його ознаками і характеристиками?».

Кожне з приведених питань (а їх складалося не менше 50) містить в собі елемент сумніву в положеннях доповідача, несе відтінок парадоксальності (що відразу поживав аудиторію) і, крім того, прямою, в готовому вигляді відповідь на будь-якому з цих питань не дана ні на лекціях, ні в підручнику, ні в матеріалах до семінару. Для відповіді на будь-якому з таких питань студенти повинні були вирішувати уявну задачу на основі безумовно відомого матеріалу, але не даного в явному вигляді. Подібні питання, як правило, викликали жваві обговорення, суперечки, різні доводи, докази, наводилися факти. Семінар набував характеру справжнього диспуту, залучаючи до обговорення всіх студентів.

Щодо організаційних форм проведення семінарських занять немає сенсу пропонувати яку-небудь єдину рецептуру. Різні теми, різний склад, особисті схильності викладача. Вкажемо деякі негативні моменти, на які варто звернути увагу. Один-два студента примусово або добровільно призначаються доповідачами. Ці двоє наперед знають, що докладати належить їм, а решта членів групи також наперед знає, що відповідь ним не робити.

На семінарах кафедри історії техніки було прийнято призначати доповідача тільки після ввідного слова викладача. Така відповідь не читалася по «папірцю», була коротка, часто безсистемний, але він був цінніше прочитаного: до нього готувалися всі, він викликав більше критики, заняття проходило активніше. Всі положення, що обговорюються на семінарі, абсолютно безперечні. Це не означає, що вони насправді такі (творча суперечка завжди можна організувати), а значить, що керівник семінару

не зміг зробити їх дискусійними. В цьому випадку «обговорення» зводиться тільки до млявих «поправок» обмовок, неточностей, до доповнень. Семінар проходить мляво і не заглиблює знання, а тільки декілька закріплює їх за рахунок повторення. Але семінар складніша форма, і цю складнішу форму учбових занять не слід спрощувати.

Досвід проведення семінарів показує, що семінар набуває характеру творчої дискусії навколо теми тільки тоді, коли і керівник семінару, і студенти добре підготовлені до чергового заняття. В процесі підготовки семінару викладачу має сенс скласти план його проведення, а для активізації роботи наперед знайомити студентів з основними положеннями теми в тезовій формі, задаючи тим самим певний напрям думки на доказ, аргументування, твердження або заперечення істоти запропонованих тез. Не слід перетворювати консультації на натаскування доповідачів, даючи їм і тему, і план, і літературу посторінковий. Консультант зобов'язаний приходити на допомогу студенту, який дійсно працював, і саме робота привела його до питань, на які лекційний і такий, що пропрацював в процесі підготовки до семінару матеріал не дав йому відповіді. Корисно, давши студентам *тему* заняття, запропонувати підготувати по цій темі *план* доповіді (повідомлення) і тези, які він має намір аргументувати, підказати форми аргументування.

Одна з вельми широко поширених форм учбового процесу – виконання домашніх завдань, тобто самостійне навчання по підручниках і навчальних посібниках відповідно до учбового плану і програми спеціальності.

Істота домашніх завдань полягає в методах їх виконання. Тому завдання викладача полягає в тому, щоб при розробці домашнього завдання врахувати методи його виконання студентами. Вирішуючи питання про вибір відповідного методу, необхідно враховувати і конкретні цілі, для досягнення яких дається завдання. Тут потрібно розрізняти два типу цілей: виробничі і учбові.

Що стосується рішення задач у виробничих цілях, то, наприклад, акад. В.Г. Шухов свої незвичайно глибокі і тонкі математичні розрахунки завжди доводив до такого вигляду, що вони служили простою, і надійною зброєю практиків – інженерів і техніків. Їм досить було свої конкретні дані підставити в розрахункове рівняння, що дивно добре враховує всі умови практики аж до числових значень досвідчених коефіцієнтів.

У виробничих умовах метод «підставимо у формулу» часто зручний, застосовний, доцільний при обґрунтованих значеннях досвідчених коефіцієнтів. При рішенні задач в учбових цілях результат рішення не самоціль. Тому метод «підставимо у формулу» нічому не навчить і робить цінність вправи майже нульової. Для того, щоб уникнути цього, тобто щоб студенти не могли виконувати тренувальні вправи за принципом «підставимо у формулу», щоб домашні завдання дійсно служили ефекти-

вним засобом поглиблення знань і формування умінь, викладачі використовують найрізноманітніші прийоми ускладнення завдань. Ми рекомендуємо користуватися наступними прийомами (але це не означає, що тільки ними):

1) завдання ускладнюється введенням додаткових умов, шукана величина не дається з числа тих, які в рівнянні дані в явному вигляді. Тому підстановці в рівняння передують перетворення початкових умов;

2) у рішення задачі вводиться умова масштабності, тобто оцінка впливу окремих аргументів на шукану функцію;

3) досвідчені коефіцієнти не задаються однозначно. У завданні формулюються умови, що направляють студента на осмислений вибір значення того або іншого коефіцієнта (наприклад, ефективність, інтенсивність, надійність)

4) завдання ув'язується з практикою. Студент повинен знайти не просто числове значення тієї або іншої величини (розміру, параметра, напруги, швидкості і т.д.), а ставиться мета знайти таке її значення, щоб воно задовольняло заданим практичним умовам;

5) у завданні потрібно текстуально викласти дії за рішенням завдання з обґрунтуванням їх послідовності, вибору значень і т.п. Це має двояке значення: перевірка усвідомленості виконання завдання і придбання навиків висловлювати суть своєї інженерної роботи.

3.1 Деякі питання технічної творчості

Різні напрями інженерної діяльності давно знайшли свій вираз в процесі навчання інженерів на конструкторських, експлуатаційних, технологічних факультетах, на монтажних і дослідницьких спеціальностях.

Досвід життя примушує учити майбутнього проектувальника графіці, основам конструювання машин, проектуванню більше, ніж експлуатаційників, де в учбовому плані більше годин відведено експлуатації технічних об'єктів. Майбутнім інженерам різних напрямів дається різний учбовий матеріал, причому стає менш відчутною різниця по областях техніки: майбутній проектувальник парових турбін, електровозів або гідроелектростанцій в рівній мірі одержить більше знань по графіці, основам конструювання і учбовому проектуванню, чим майбутні експлуатаційники тих же парових турбін, електровозів або гідроелектростанцій. Відмінність в матеріалі навчання переноситься з об'єктів техніки на характер діяльності майбутнього фахівця. Очевидно, відмінність буде і в методі, оскільки метод в значній мірі визначається характером учбового матеріалу. Але в діяльності проектувальника і експлуатаційника, а, отже, і в підготовці до неї, є деяка спільність, яку слід враховувати, готуючи майбутнього інженера до роботи в будь-якому з напрямів. Рішення задачі підготовки фахівців широ-

кого профілю можливо шляхом дослідження загальних ознак, об'єднуючих діяльність інженерів численних спеціалізацій.

І проектувальник, і експлуатаційник, і технолог вирішують постійно виникаючі перед ними технічні задачі, спільність яких полягає в тому, що всі вони мають широку (теоретично нескінченну) множинність «рішень-результатів», що розташовуються в практичному житті на широкій шкалі оцінок: рішення хороше, погане, розумне, дурне, точне, неточне, конкретне, загальне, приватне, прийнятне, неприйнятне, розумне, безрозсудне, правильне, неправильне і т.д. У цьому ж полягає і основна трудність технічного завдання, оскільки лише одне з них якнайкраще (оптимальне, економічне, ефективне і т.д.).

Інженерне завдання відразу ж предстає в двох аспектах: 1) знайти критерії якнайкращого рішення; 2) знайти саме рішення. Як критерій оптимального рішення технічної задачі найчастіше служить показник економічної ефективності рішення. Цими питаннями займаються кафедри конкретної економіки. Економічна ефективність пристрою (к.к.д.), агрегату, прольоту, цеху, заводу, району, області не завжди відповідає ефективності рішення в масштабі країни. У цьому одна з серйозних труднощів творчого дослідження критерію якнайкращого рішення в умовах соціалістичного суспільства, де ніколи не можна упускати з виду загальнодержавні інтереси.

Наприклад, при підрахунках ефективності капіталовкладень на пристрій токопитаючих ліній електрифікованих залізниць з погляду енергетики слід знижувати втрати в дротах, збільшуючи їх перетин; з погляду металурга слід економити кольоровий метал, зменшуючи перетин дротів. Якнайкраще рішення може бути знайдено тільки при обліку загальнодержавних інтересів.

Суперечність між окремими елементами рішення майже завжди супроводить дослідженню якнайкращого рішення, і майбутніх інженерів абсолютно необхідно привчити до рішення життєвих задач, не вихолощуючи з інженерного завдання конкретної практики, не перетворюючи її на математичне завдання на інженерні теми. У практиці ж викладання найчастіше доводиться зустрічатися з таким положенням, коли творча частина інженерного завдання просто виключається із завдання, що дається студенту. Частково це пояснюється тим, що студент не в змозі самостійно вирішити інженерне завдання у всієї неї життєвої складності. Але з цього не можна робити висновки про необхідність давати студенту відірване від життя завдання. З педагогічної точки зору доцільно давати життєве завдання. Якщо студент вирішить її невірно, слід вказати на його помилку і її причини. Кожен по досвіду знає, як важливо учити не тільки тому, що і як потрібно робити, але і тому, чого і як не потрібно робити. Якщо навіть рішення всіх складних життєвих інженерних задач студента не можна навчити, то абсолютно необхідно привчити його до думки про те, що в житті «підставимо у

формулу» означає не початок, а кінець завдання, коли всі складні проблемні питання вже вирішені і залишилося тільки зробити деякі підрахунки, які можна доручити простій рахунковій машині. Які ж методи сучасної інженерної, технічної творчості можуть бути, по-перше, систематизовані з метою розробки єдиної методологій технічної творчості, і, по-друге, служити конкретною базою для виховання творчого мислення в процесі навчання у вищій технічній школі? Аналіз методів великих інженерів минулого не привів до яких-небудь однозначних результатів.

Г.П. Лаваль вирішував свої задачі інтуїтивно. Тому, мабуть, він не пішов далі рішення приватних задач. Його сепаратор, турбіна, сопло, диск у формі тіла рівного опору, кульові опори несучих підшипників, кріплення лопаток, застосування спецсплавів і ін. – прекрасні конкретні рішення. Але у Лавалю неможливо навчитися, як він знайшов ці рішення.

Ч.А. Парсонс вирішував свої задачі шляхом тривалого емпіричного пошуку, проб, помилок, знахідок, десятиліттями відшліфовуючи свою турбіну. У нього можна навчитися, але непотрібно. Його метод далекий від досконалості.

Р. Дізель ставив своє завдання не емпірично, а виходячи основних положень термодинаміки. Це, безперечно, хороший початок методу шукань. Слідуючи своєму методу, він побудував двигун з найвищим к.к.д. і все було б добре, якби цей двигун ... міг працювати. Але він не працював, і подальший шлях Дизеля – компроміси, відступи, що не закінчилися втечею з поля битви і поразкою тільки тому, що одне з його п'яти теоретичних положень (високе стиснення) виявилось реалізованим з наближенням, що підняло к.к.д. теплового двигуна з 10 % (паровий двигун), з 25 % (двигун низького стиснення) до 35 % (двигун Дизеля високого стиснення).

Стрункішу систему методів, що переростає в методологію, можна прослідкувати у автора не єдиного технічного завдання (як у Лавалю, Парсонса і Дизеля), а безліч технічних завдань, різко відмінних одна від одної і об'єднаних тільки такою широкою спільністю, як механіка. Таким автором різноманітних технічних рішень, заснованих на механіці, був В.Г. Шухов, і у всіх його завданнях при всій їх різноманітності можна прослідкувати деяку методичну послідовність, якій можна і потрібно вчитися і учити молодих фахівців-інженерів.

Науки, що склалася, про інженерну творчість поки не існує, але методи інженерної творчості, вироблені практикою інженерної праці існують, і студентів необхідно навчати користуватися цими методами. Часто це робиться стихійно, цілеспрямовано, а, отже, в кращому разі недостатньо ефективно.

В даний час не існує якої-небудь загальноприйнятої спеціальної термінології, назв і визначень методів технічної творчості. Тому, характеризуючи нижче цілий ряд

методів технічної творчості, нам в деяких випадках доводиться знаходити терміни, вводити умовні назви.

Метод прецеденту, названий так по запозиченню з юридичної термінології, виходить з того, що більшість технічних завдань, що підлягають рішенню, в практиці інженерної діяльності раніше вже розв'язувалося. Правда, не можна шукати повної ідентичності (як це роблять деякі студенти, механічно перерисовувавши з атласу креслень або заводських «синек» аналогічні приклади), оскільки кожне завдання розв'язується в своїх конкретних умовах, але метод прецеденту (його можна назвати методом аналогії) широко увійшов до практики технічної діяльності, і ніхто не стане «винаходити велосипед», оскільки він вже винайдений. Кожне рішення в цілому, будь це конструкція, процес, метод і т.п., незмінно складається з ряду приватних рішень, причому багато приватних рішень відпрацьовані практикою, перевірені часом, увійшли до стандартів і їх, очевидно, можна запозичувати як елементи, приватні рішення загального рішення, що знаходиться. Тому і існують склади креслень, кабінети проектування, бібліотеки патентів і т.п.

Розробляючи нову, кращу конструкцію «велосипеда», слід вивчити всі достоїнства і недоліки передуючих конструкцій, узяти з них все те, що відповідає завданню, що стоїть перед конструктором. Проте не можна перетворювати навчання цьому методу у вузах і технікумах в сліпе копіювання, в просту «підгонку» заданого завдання до завдання, вирішеного раніше.

Методу варіантів не потрібно придумувати назви. Ще в розповіді Н.Г. Гаріна-Міхайловського «Варіант» показано, як правильному рішенню можна прийти декількома шляхами, а потім, зіставляючи їх, вибирати варіант, що найкращим чином (за показниками економічності, ефективності, інтенсивності або надійності) відповідає поставленому завданню. У наш час метод варіантів одержав підкріплення у формі рахунково-вирішальної техніки, що дає можливість в максимально короткий термін «перебрати» і дати оцінку тисячам і десяткам тисяч різних варіантів і «видати» досліднику той з них, який дає максимальне наближення до шуканого оптимуму.

Метод варіантів може бути з успіхом застосований і в тих, достатньо поширених випадках технічної творчості, коли теорія не в змозі дати однозначного рішення вартої задачі. Так, наприклад, існує декілька теорій розрахунку гребних гвинтів для кораблів: струменева, вихрова, кавітаційна ... але кожне нове поєднання «корабель-гвинт» однозначно, повністю не дозволяється жодній з них. Метод моделювання (про нього буде сказано далі) також не дає однозначного рішення. Тому на деяких суднобудівельних заводах при економічному рішенні цієї задачі застосовується оригінальна модифікація методу варіантів, коли для кожного окремого корабля не виготовляється серія гвинтів (варіанти) для визначення якнайкращого в процесі ходових

випробувань, а в межах точності рішення задачі виготовляються для кожної серії судів серії варіантів гвинтів: деякий «недобір» в пропульсивному к.к.д. гвинта кожного судна з лишком долається економією в технології виробництва.

Методом прогнозування можна назвати широко поширений метод особливо у разі рішення таких інженерних задач, коли потрібно «задатися» значенням деякої величини, яка тільки пізніше буде визначена в процесі розрахунку. Необхідно, щоб це значення співпало із значенням, яке буде одержане в кінці іноді дуже складних розрахунків. У молодих інженерів, у студентів буває «розбіжність» в десятки разів, і їм доводиться поступово звужувати «вилку прицілу». Досвідчені інженери «попадають» в ціль іноді з першого «пострілу». Це результат багаторічного досвіду. Умінню прогнозувати можна учити, що навряд чи може бути застосовано до так званого «технічного чуття».

Метод першого наближення. Існують різні порядки наближення до шуканого значення прогнозованої величини або властивостей передбачуваного варіанту: у 10, в 100, в 1000 і більше разів, причому збіглий прорахунок першого наближення, перша «пристрілка» до шуканого рішення, часто хороший тим, що відразу ж приводять до абсурдних результатів, що показують, що потрібно рішуче змінювати значення передбачуваних величин не два, не в три, а саме в 10, 100, 1000 разів. Ясно, що при таких діапазонах крайніх «попадань» точність рахункової лінійки більш ніж достатня, облік попутних величин не так істотний, а тому «пристрілка» ведеться з винятковою швидкістю. Коли збіг приходить в рамки одного порядку, розрахунок уточнюється, попутні чинники враховуються, і якщо діапазон коливань скорочується, то шукач йде по вірному шляху. Молодого інженера, аспіранта, студента потрібно учити цьому методу, як і всім іншим, категорично забороняючи йому робити розрахунок першого наближення з непотрібною точністю до десятого знаку, оскільки все одно життя введе поправочний коефіцієнт, в якому десяті знаки загубляться безслідно.

Метод масштабності добре доповнює метод першого наближення, виховуючи в технічному працівнику відчуття масштабу, кількісного співвідношення величин, що входять в предмет розрахунку, конструювання або дослідження.

Розуміння законів масштабності, законів, по яких відношення довжини кісточки гороб'ячої лапки до її діаметру рівне двадцяти, а у кістки ноги слона тільки чотирьом, – неодмінна умова творчої методології технічного працівника. Зокрема, якби Джеймс Уатт народився тоді, коли закони масштабності були поширені не тільки на геометричні, але і на механічні і теплові явища, він не витратив би на розрахунок моделі машини Ньюкомена п'ять років, а вирішив би проблему в декілька годин.

Метод кінцевих умов (за відсутністю кращої назви) допомагає в орієнтації при пошуках рішень, коли, як це часто буває в інженерній справі, потрібно заздалегідь

оцінити те або інше значення тієї або іншої величини, дійсне значення якої буде встановлено тільки в кінці роботи. Ми показали, як в цих випадках допомагає метод прогнозу, метод першого наближення, метод варіантів і що привертається до них метод масштабності. Іноді буває корисним, встановивши в найгрубішій формі, поки майже чисто якісно, зв'язок між окремими елементами технічного рішення, шукати той, що визначає елемент шляхом додання окремим елементам гаданих від мінімальних (іноді від нуля) до максимальних (іноді до безкінечності) значень. Якщо, наприклад, покласти, що швидкість лопатки турбіни при будь-якому зусиллі пари або води, що діє на неї, рівна нулю, то, очевидно, і робота буде рівна нулю. Якщо припустити іншу кінцеву умову: швидкість лопатки рівна абсолютній швидкості пари, – то робота знову буде рівна нулю, оскільки при рівності цих швидкостей ніякого зусилля на лопатці не буде. Отже, рішення лежить десь у середині, і теоретично воно дійсно дає максимум роботи при швидкості лопатки, рівної 0,5 абсолютної швидкості води або пари.

Метод рівнозначності був яскраво розкритий в рекламі однієї капіталістичної фірми, що будувала парові турбіни. На знімку результат аварії. Турбіну буквально рознесло на шматки, вал зігнутий, диски розірвані, лопатки перетворені на так званий «салат», підшипники розвернуті, корпус зрушений з місця. І до цієї приголомшливої фотографії лаконічний напис: «Наші турбіни – кращі в світі: всі деталі їх навантажені рівномірно. У помітній рекламі поміщена суть методу рівнозначності, вірніше, одного з його різновидів – методу рівномірності. Який сенс, наприклад, спроектувавши всі деталі підйомного крана на навантаження, що виникає в них при підйомі вантажу в 10 тонн, самі канати крана обмежити міцністю, що допускає підняти тільки 5 тонн? Це приклад, утрируваний в одному напрямі, подібно тому, як реклама закордонної фірми утрирує питання рівномірності в іншому напрямі, але оптимальна рівність міцності повинна бути передбачена в рішенні інженерних задач, оскільки недовантажений матеріал – зайвий матеріал, зайва обробка, зайві засоби. Метод рівнозначності, окрім форми рівномірності, виявляється у ряді інших показників якості технічної продукції:

– *рівнонадійність*, що виражається в тому, що компоненти, вузли, деталі конструктивної форми технічного об'єкту повинні бути об'єднані деякою загальною установкою надійності. Якщо оптимальний термін безвідмовної роботи окремої деталі або вузла встановлений в 1000 годин, то слід подивитися, чи стоїть за рахунок зниження вартості виготовлення понизити надійність деталей і вузлів, що працюють без відмови роками, знайти в них резерви собівартості продукції. З іншого боку, «малонадійні» деталі і вузли системи не повинні залишатися «вузьким місцем» всієї конструкції, про яке нижче буде сказано особливо;

– *рівноекономічність* окремих елементів технічних пристроїв як по капіталовкладеннях, так і по експлуатаційних витратах – невід'ємна частина технічного

ного завдання. У комплексі об'єктів рівної економічності іноді один тільки об'єкт зможе стати «вузьким місцем» всієї системи. А цю очевидну істину розуміють далеко не все. Не так давно від фахівців-енергетиків можна було чути про неекономічність атомних електростанцій на підставі досвіду першої станції. Але у цієї першої станції, станції досвідченої, високо економічний атомний реактор працював на паросилову установку низьких параметрів пара, яка і визначала загальну низьку економічність станції. А коли в комплекс атомних станцій ввели паросилові установки високого тиску і перегріву пари, їх економічність перевищила економічність парових станцій;

– **рівнодовговічність** – термін далеко не з кращих, але значення його очевидно. Це не час повністю, як у разі надійності, а час «життя» деталі, вузла і т.д., які піддаються в своїй роботі найрізноманітнішим фізичним і хімічним діям: навантаженню, ударам, вібрації, низькою або, навпаки, дуже високої температурі, стиранню, знакозмінному навантаженню і т.д. – явищам, що викликають втому металу, знос, крип, ерозію, корозію і інші «хвороби старості», вражаючи матеріал конструкції. Очевидно, що при рішенні технічних задач слід приділити серйозну увагу питанням, продовження «життя» деталей, які через особливо скрутні умови стають однією з форм «вузького місця» технічного рішення;

– **рівноточність**, якщо на неї звернути увагу, може в значній мірі скоротити робочий час конструкторів, розрахувачів, студентів. Будь-яка розрахункова формула або їх «набір» пов'язані з реальним рішенням перехідними «містками» від формалізованих (у формулах) взаємозв'язків компонентів завдання до життєвої практики тими або іншими досвідченими коефіцієнтами. Залежно від умов конкретного завдання вони завжди коливаються в межах «від» і «до», причому іноді досить широкі. Так, студенти при рішенні задач проектування в своїх теплових, механічних, електричних і інших розрахунках часто порушують принцип рівноточності. Вони можуть вважати з точністю до 10-го знаку всі величини, що входять до складу рівняння, а потім, не замислюючись, вибирати досвідчений коефіцієнт як середнє арифметичне з крайніх можливих рішень.

Форми методу рівнозначності виходять далеко за межі, приведені автором, але і цих цілком достатньо для того, щоб включити метод рівнозначності в арсенал технічної творчості.

Метод емпіричний (що повертає досвід, експеримент для вирішення питань, непіддатливих теоретичному рішенням або вимагаючих для цього великих витрат праці) широко поширений у всіх формах технічної творчості. Випробовуються міцність, твердість, стійкість, тепло- і електропровідність і тисячі інших властивостей і якостей початкових матеріалів і готових конструкцій. Широке залучення експерименту до рішення технічних задач в даний час настійно вимагає зайнятися вивченням

цього питання, розробкою рекомендацій і систем навчання майбутніх технічних працівників.

Метод графоаналітичний включає власне графічний метод як метод дослідження на кресленні рішення рівняння, в сукупному розміщенні або взаємній дії двох, трьох і більш деталей якого-небудь механізму, машини, установки, приладу і т.д. При графоаналітичному методі оперують частіше не із зображеннями справжніх елементів технічного завдання, а з їх умовними символами (у вигляді ліній, векторів, майданчиків), що зображають у вибраних масштабах самі різні параметри окремих елементів завдання (зусилля, напруги, роботи, перепади енергії, маси і т.д.), і де за відрізком, вектором, майданчиком коштують їх реальні значення, виражені в числах і зв'язані рівняннями взаємозалежності.

Ще Джеймс Уатт графічно вирішував ряд варіантів технічного завдання перетворення зворотно-поступального руху в обертальне і знайшов ряд наближених рішень різної конструктивної доцільності. (Точне аналітичне рішення цієї задачі було дано чудовим російським математиком П.Л. Чебишевим у ряді робіт, що відносяться до 1861-1879 рр.). У діяльності Уатта графічний метод був єдиним можливим методом рішення задачі, що стояла перед ним, і він вміло його використовував. Подібного роду графічні методи ми зустрічаємо в роботах І.П. Кулібіна, І.І. Ползунова і багатьох інших творців нових конструкцій.

Пізніше за Журавській, Ріттер, Кульман, Кремона та інші розробляли і удосконалювали графічні методи рішення задач про розподіл зусиль в аналітично нерозв'язних жорстких системах, і розробленими ними методами стали широко користуватися технічні працівники.

Ще обширніше область графоаналітичного методу, який настільки розрісся, придбав таке різноманіття, що необхідна серйозна робота по їх систематизації і класифікації. Тут можлива систематизація по об'єктах дослідження (механічні, теплові, електричні, електронні та інші), по цілях дослідження, по області застосування, по точності рішень і т.д. Широко використовується технічними працівниками і діаграма (векторна, полярна, індикаторна, золотникова, об'ємна, теплова і ряд інших). Ми вважаємо, що графоаналітичному методу рішення технічних задач слід відвести найсерйозніше місце при навчанні студентів технічній творчості.

Метод формалізації (розробки формули, математичного рівняння, що відображає функціональний зв'язок і взаємовплив компонентів технічного завдання) є, мабуть, одним з найбільш переважаючих в технології інженерної творчості і в учбовому процесі підготовки інженера.

Для інженерно-технічної практики математичний вираз співвідношень між найрізноманітнішими елементами завдань дається в тисячах довідників. Але часті ви-

падки, коли довідник не дає готового рівняння. Тут іноді можна використовувати метод прецеденту з неповним збігом, але з достатнім ступенем аналогії, щоб, тільки декілька видозмінивши знайдене раніше рішення, одержати рівняння для свого одного випадку.

Метод локалізації «вузького місця». Про приватні форми прояву «вузького місця» як недоліку у використанні методу рівнозначності в тій або іншій його формі (рівноміцність, рівнонадійність і ін.) було сказано вище. Зараз зупинимося на «вузькому місці» не як на невмілому рішенні тієї або іншої технічної задачі, а як на одній з принципових сторін технічної творчості.

Кожна конструкція, кожен процес, кожен метод має своє «вузьке місце». Довершених, закінчених технічних рішень не існує. Кожен новий, максимально довершений на даний час технічний пристрій з якихось об'єктивних причин не може бути ще здійснено, щось ставить межу цьому вдосконаленню в тій або іншій формі. Знання цього «вузького місця» корисно для розуміння і використання рушійних сил розвитку техніки. Крім того, знання «вузького місця» даної конструкції, процесу, методу, цілої області техніки дає стимул для розробки найбільш актуальних завдань, спонукає до пошукових робіт, до глибокого і цікавого пошуку, направленою на ліквідацію «вузького місця», яке І.І. Ползунов бачив в «водяному керівництві», Р. Дізель – в низькому к.к.д. парової машини, В.Г. Шухов – в методах розділення погонів нафти, М.О. Доливо-Добровольській – в обмеженнях, які ставив багатим можливостям змінного струму однофазний струм в системах електроприводу, П.Н. Яблочков – в складності і надійності електромеханічних приводів для підтримки постійним відстані між кінцями вугілля дугових електроламп. Подібних прикладів множина, і всі вони відносяться до винахідників, творців нового в техніці, звідки слідує висновок, що боротьба з «вузьким місцем» часто може закінчуватися і дійсно закінчується корінним переломом в тій або іншій області техніки.

Метод нормалізації в технічній творчості став законом. Великі наукові колективи розробили і розробляють найрізноманітніші стандарти, нормативи, методи, правила, параметри, передаючи в розпорядження технічного працівника ряд готових приватних рішень, які він може включити в свої конкретні рішення як в частковостях (нормативи), так і в загальних установах (параметри). Форми нормалізації змінюються з часом. Наприклад, в 30-х роках, коли в Державному флоті скопилася безліч найрізноманітніших суден, націоналізованих у приватних власників, механік кожного судна по своєму смаку і міркуванням замовляв колосники, і в ливарних цехах судоремонтних заводів були буквально гори моделей – для кожного судна свої. Інженерам вдалося звести всю строкатість до трьом типорозмірам вугільних і трьом типорозмірам дров'яних колосників, внісши впорядкування і давши можливість одержати знач-

ну економію палива. В даний час при серійних і масових випусках технічної продукції випадки подібного роду стали майже неможливими, але і невелика стандартизація в самій щонайменшій деталі, що дає, здавалося б, крихітний ефект, вельми істотна, оскільки цей ефект множиться на величезне число об'єктів масової продукції.

Таким чином, питання нормалізації, з одного боку, можуть розв'язуватися в спеціальних організаціях, бюро, комісіях, але, з іншого боку, кожен технічний працівник може вносити свій внесок в загальнодержавну справу нормалізації, підвищуючи продуктивність праці і знижуючи собівартість промислової продукції.

Метод зіставлення значущості націлює увагу на значущість окремих компонентів, що входять до складу вирішуваної задачі. Якщо, припустимо, в результаті формалізації завдання знайдено рівняння, що розкриває взаємозв'язок елементів завдання, той реальний кількісний вплив кожного з цих елементів не рівний впливу, встановленому якісно. Пояснимо прикладом. В результаті математичного аналізу знайдено, припустимо, що $X=(A \cdot C) \cdot (D \cdot E)$, звідки витікає, що при зміні окремої величини, що входить в це рівняння, в деяке число раз шукана величина X зміниться в таке ж число раз (тут свідомо вибрана найпростіша форма взаємозв'язків без складань і віднімань, коріння і ступенів, логарифмів і диференціалів для яскравішого показу суті питання).

Таке формалізована зміна величини X залежно від значень величин A, B, C, D і E . Звертаючись до реального життя, знаходимо, що при розкритій в рівнянні формі взаємозв'язку між її компонентами не дані реальні можливості зміни значень A, B, C, D і E в те або інше число раз. Звертаючись до них, знаходимо, наприклад, що в практиці через які-небудь обставини значення величини A може мінятися всього лише на 2 %, а значення величини C – в сотні разів! Рішення одного питання – формалізація – при обліку реальних можливостей і умов породжує ряд інших питань. Наприклад: чи не нехтувати зовсім чинником A ? у яких межах і чому вибрати значення чинників? і т.д. Особливо важливо привчити майбутніх інженерів і техніків до думки про те, що формула дає якісний зв'язок між елементами завдання, але кількісні можливості реалізації цього якісного зв'язку можна черпнути тільки з практики. У цьому автор бачить одну із сторін боротьби з формалізмом у викладанні технічних дисциплін.

Метод причинності найчастіше застосовується в практичних питаннях інженерної творчості, особливо як міра, направлена на виявлення причин різного роду неполадок, недоліків, низької ефективності і навіть аварій. Це своєрідного роду діагност «захворювань» (чи «здоровий», наприклад, двигун) за допомогою індикаторів, тензометрів, вимірників витрат, температур, вібрацій і т.д., включаючи і рентгеноскопію, ультразвукове «просвічування», – визначаються всі характеристики «захворювання»,

встановлюються його причини. Це ціла школа в техніці, що має в своєму розпорядженні велику групу методів, приладів, датчиків, індикаторів і т.д., яка, очевидно, повинна зайняти належне їй місце в методології технічної творчості. Робота технічного об'єкту іноді надзвичайна складна, і технічному працівнику важко визначити діагноз неполадок. Тут потрібен великий досвід в знанні всіх і всяких причинних зв'язків, можливих при досліджуваній ситуації. Недосвідчені, малокваліфіковані працівники часто припускаються помилки. Наприклад, на одному з річкових суден слабшали заклепки рами судового двигуна. «Лікування» було прийнято найпростіше: заклепки зрубали, отвори розсвердлили на більший діаметр і заклепали наново. Знову слабшали. Розсвердлювати вже немає місця. Виготовили ковану конструкцію з величезним запасом міцності. Вона витримала, але зламався гребний вал! «Лікували» видимі наслідки, не думаючи про причини, що викликали їх. Інженер з великою практикою відразу ж поставив вірний «діагноз»: провис кінцевий підшипник, що і з'явилося причиною «захворювання». Причину усунули, поставили нові куточки із заклепками первинного діаметру, з якими пароплав ходив до кінця свого життя.

Ще приклад. На одному теплоході виявилася течя в корпусі із-за ослаблення заклепувальних швів. Фахівець на основі даних книги «Теорія коливань в інженерній справі» відразу знайшов і причину, і «лікування». Причина – вібрація, викликана збігом періоду власних коливань корпусу судна з періодом обурюючих коливань двигуна. «Лікування» – зміна періоду власних коливань системи, виконана простим способом: дві шпациї (відстані між шпангоутами – «ребрами») корпусу залили цементом. Усунена причина, усунулися і її наслідки.

Метод технологічності. Якщо метод, причинності частіше застосовний в експлуатації технічних об'єктів, то при їх проектуванні абсолютно необхідно використовувати метод технологічності.

Виходячи з призначення, виконуваної функції, конструктор розробляє конструктивну форму тієї або іншої деталі, вузла, системи і т.п. Його розробка ляже в основу виготовлення робочих креслень, по яких працюватимуть, виготовлятимуть, збиратимуть воедино, вмонтовувати, упредметнюючи задуми конструктора. Як відомо, всяке технічне завдання має безліч можливих рішень, між якими іноді можуть виникати серйозні суперечності. Припустимо, конструктор, переслідуючи ряд елементів конструктивності (легкість, надійність, ефективність і т.д.), випустив з уваги технологічність. Його прекрасна конструкція може виявитися украй важкою (іноді неможливою) у виготовленні, збірці. Це часта помилка студентів в процесі курсового і дипломного проектування. Конструктор неодмінно зобов'язаний знати не тільки те, як працюватиме конструкція, що розробляється їм, але і як її зробити. А робити її слід якомога простіше, дешево, зручно. Конструктор, що не знає технології виробництва, – не констру-

ктор. Він зобов'язаний в (іноді і з олівцем, і з розрахунком, і з ескізом) думках прослідкувати, як буде виготовлена і зібрана його конструкція, розглянути різні варіанти виготовлення і збірки, не вступаючи при цьому в суперечність з вимогами інтенсивності, ефективності, надійності.

Все сказане вище – перше наближення до рішення питання про розробку методології технічної творчості. Можливо, що слід виділити ще ряд методів або, навпаки, злити воедино деякі з намічених. Вони приведені показати їх життєвість. Вони застосовуються, але поки що не увійшли до науки про техніку і її творця як єдине дослідження, яке, безумовно, могло б, якщо систематизувати багатий досвідчений матеріал, дати хорошу настільну книгу інженеру, техніку, студенту втуза. Прикладом прекрасного використання методів технічної творчості на основі глибоких знань і логічного мислення можуть служити праці В.Г. Шухова, в яких можна виявити виразну послідовність рішення найскладніших технічних задач.

1. Чітка постановка завдання, її мети (призначення) і мети, що переслідується автором (економічність, інтенсивність, надійність або їх оптимальне співвідношення).
2. Виділення визначальних елементів завдання, де не упускається жоден чинник достатньої значущості, не притягується жоден зайвий, якого можна не враховувати в межах точності рішення.
3. Знаходження взаємозв'язку між елементами завдання у вигляді математичного рівняння, де В.Г. Шухов не тільки привертав з довідкових даних готові рішення, але і розробляв свої, якщо в цьому виникала необхідність.
4. Виділення як визначальний елемент того чинника завдання, від якого найбільшою мірою залежить економічний ефект рішення: мінімум витрати палива, енергії, матеріалу, капіталовкладень.
5. Математична операція рішення виведеного рівняння для окремого випадку вирішуваної задачі з конкретними умовами, що враховують всі впливаючі чинники.
6. Приведення приватних рішень задачі до вигляду, зручного для використання на виробництві там; де виникає завдання подібного роду.
7. Доповнення рішення практичними даними: нормативами, коефіцієнтами і т.п., що конкретизують завдання для багатьох окремих випадків.
8. Доведення роботи до завершеної технічної форми (робочих креслень, графіків, таблиць, розрахункових величин).

Таким чином, в технічній творчості істотні не тільки окремі методи, але і послідовність процесу рішення задач. Тепер спробуємо зробити узагальнення, підійти до деяких закономірностей складного процесу технічної творчості. Зупинимось на суперечності. Конструктор зобов'язаний вирішувати протиріччя між конструктивною

формою проектованого об'єкту і технологією її реалізації. Ця приватна суперечність є слідством принципової суперечності технічного завдання, витікаючого з суперечності її елементів (конструктивна форма, фізико-хімічний процес, метод їх об'єднання).

Всяка конструктивна форма в техніці є система матеріальних засобів, призначена для локалізації того або іншого фізичного або хімічного процесу з наперед наміченою метою. Конструктивна форма і процес, що локалізується в ній, знаходяться, очевидно, в єдності, але ця єдність у крайній суперечлива і своєрідна. Перш за все, єдність конструктивної форми з процесом полягає в тому, що бажана локалізація і напрям процесу визначають основні конструктивні форми технічного об'єкту. Оскільки, наприклад, в турбіні відбувається процес розширення пари, то її проточна частина збільшується в перетині по ходу пари, збільшуються і лопатки; а в компресорі відбувається процес стиснення, і лопатки зменшуються по ходу газу, що стискається. Оскільки процеси стиснення і розширення пари або газу підпорядковані законам природи, то для локалізації і напряму фізико-хімічних процесів існують багатообразні засоби і системи, які по їх призначенню можна звести до у крайній невеликого числа. Комбінуючи основні елементи технічного об'єкту, конструктор локалізує і спрямовує той або інший фізичний або хімічний процес, що визначає, таким чином, основні форми технічного об'єкту. Але, будучи виготовленим, технічний об'єкт, у свою чергу, визначає характер протікання процесу, більш, або менш відповідного заданому. Для поєднання технічного об'єкту з процесом, що локалізується в ньому, інженер застосовує ті або інші методи з числа описаних вище, вирішуючи при їх допомозі найрізноманітніші протиріччя.

Розкриття суперечностей приводить до творчих рішень, дослідження нових шляхів. Із збільшенням, наприклад, потужності парової турбіни і відповідним збільшенням витрати пари росте перетин на виході з проточної частини, росте довжина робочої лопатки. Виникає суперечність: міцність металу не витримує напруги, що виникає під дією відцентрових зусиль великої, важкої лопатки. Суперечність знімається конструктивним рішенням розділення потоку пари на два, три, чотири окремі русла.

Із збільшенням тиску пари збільшується використовуваний теплоперепад, росте термічний к.к.д., падають питомі витрати на вироблення тонни пари, кіловата-година електроенергії. Але разом з тим росте вологість пари, падає внутрішній відносний к.к.д., лопатки страждають від ерозії. Суперечність знімається проміжним перегрівом пари, к.к.д. енергоблоку підвищується.

При рішенні технічних задач неминує виникати суперечності, що відносяться не тільки до елементів, але і до цілей рішення технічної задачі. Три цілі, три напрями розвитку техніки (інтенсифікація, ефективність і надійність) принципово

суперечливі. Виграш на інтенсифікації процесів викликає програш в ефективності і збільшення витрат на забезпечення надійності і т.д. При цьому суперечності між основними напрямками розвитку стають все гострішими і гострішими, перетворюються на непереборні і не вирішуються, а знімаються шляхом звернення до принципово нової техніки, заснованої на використанні законів природи, що знов відкриваються. З розвитком цієї нової техніки знову ростуть суперечності аж до нового якісного стрибка. У кожному ж конкретному випадку при рішенні технічної задачі доводиться шукати оптимум найбільш сприятливого поєднання інтенсивності, ефективності і надійності. До необхідності, неминучості пошуків такого оптимуму майбутніх технічних працівників слід готувати вже на студентській лаві.

Останнє, на чому варто зупинитися, – це питання про *проблематику*. Тут важко указувати на конкретні проблеми недалекого майбутнього, але можна і повинно вказати на вже очевидні напрями технічних досліджень.

Багатство і різноманітність форм і напрямів сучасної науково-технічної революції утрудняє аналіз її розвитку, зокрема проблематики досліджень. Розгляд шляхів розвитку техніки в цілому відриває дослідника від конкретних форм використання тих або інших законів природи в конкретних технічних об'єктах. І навпаки, дослідження окремих технічних об'єктів утрудняє процес узагальнення приватних висновків.

Раціональний вихід в систематизації і класифікації, в угрупованні окремих технічних об'єктів і напрямів розвитку. Доцільно виділити такі угруповання, які містять в собі один з трьох елементів всякого виробництва: матеріал, енергію і метод (технологію) дії енергії на матеріал з метою досягнення наміченого результату або, стисло, «що», «ніж», і «як» будь-якого процесу виробництва.

Пропоновані угруповання технічних об'єктів об'єднані спільністю використуваних законів природи, відкритих наукою і нових матеріалів (хімії, металургії), що направляються на отримання, нових форм енергії (енергетика), нових технологічних процесів виробництва (фізико-хімічні основи технології, автоматизація). У угрупованнях «енергія» і «технологія» істотні форми переходу до нової якості увійшли до життя під термінами «механізація і автоматизація».

Всі напрями розвитку техніки переслідують загальну свідомо поставлену мету, чудово висловлену П.Л. Чебишева: « як мати в своєму розпорядженні засоби своїми для досягнення по можливості великої вигоди». Основним критерієм вигоди служать економічні показники, а її досягнення можливо при русі по трьох основних напрямках: ефективність або повнота використання закону природи, що враховується звичайно коефіцієнтом корисної дії; інтенсивність або ступінь використання процесів і явищ природи шляхом напряму швидкостей, тиску, температур, напруг (матеріалу, струму,

поля); надійність або безвідмовність, тривалість дії технічних об'єктів. Три угруповання і три напрями зручно представити в таблиці.

Графи даної таблиці містять найменування проблем, змісту технічних завдань. Перетин вертикальної граfi «чим» з горизонтальною «інтенсивність» указує на область дослідження процесів підвищення показників інтенсивності в енергетиці (натисків, тиску, температур, напруг і т.д.), що виражається в конкретних одиницях вимірювання (м·атм·°С, Вольт і т.д.). Перетин граfi «що» і граfi «надійність» указує на область отримання стійких (нагрів, крип, корозія, ерозія, напруга, стирання, твердість і т.п.) матеріалів. Перетин граfi «ефективність» з графою «як» указує на область досліджень підвищення к.к.д. за рахунок автоматизації і т.д.

Напрями розвитку	Угруповання техніки		
	Матеріали «що»	Енергія (механізація) «чим»	Технологія (автоматизація) «як»
Ефективність (повнота використання законів)	кількість	кількість	кількість
	якість	якість	якість
Інтенсивність (ступінь використання законів)	кількість	кількість	кількість
	якість	якість	якість
Надійність дії технічних об'єктів	кількість	кількість	кількість
	якість	якість	якість

В рамках будь-якої з цих комбінацій можлива робота як над вдосконаленням методів використання законів природи («кількість»), що раніше використалися, так і над здійсненням переходу до використання нових («якість»).

Таким чином, для підвищення творчого потенціалу фахівців, що випускаються, на наш погляд, викладачам технічних вузів слід спеціально зайнятися розробкою: 1) методології технічної творчості (на основі вивчення, впорядкування, систематизації, класифікації, уточнення вже існуючих методів, що стихійно застосовуються); 2) проблематики технічної творчості, яка, доповнюючи методологію, дає технічним працівникам не тільки методи, але і напрями їх творчої діяльності; 3) спеціального курсу методології технічної творчості для впровадження як обов'язкове у всіх технічних вузах країни.

Проектування. Проектування – це форма інженерної діяльності, що вторгається в майбутнє. Машини, будівлі, моста, заводу ще немає. Вони тільки будуть, а ми наперед знаємо їх потужність, вигляд, пропускну спроможність, продуктивність. Ця думка виражена в словах К. Маркса: «Але і найгірший архітектор від якнайкращої

бджоли із самого початку відрізняється тим, що, перш ніж будувати осередок з воску, він вже побудував її в своїй голові»².

Проектування – глибоко творча, творча за своєю суттю діяльність. Три інші форми інженерної праці: монтаж, експлуатація, дослідження – торкаються того, що вже є. Природно, що проектуванню відводиться особлива роль в системі навчання. Основний процес навчання проектуванню – учбове курсове і дипломне проектування. Для майбутнього проектувальника учбове курсове і дипломне проектування – школа проектування, оволодіння уміннями і навиками проектувальника, причому тут не так істотно те, що він проектує з позицій його майбутнього профілю, як важливо навчання комплексу знань і умінь процесу проектування.

Для майбутнього експлуатаційника або монтажника учбове курсове або дипломне проектування – метод узагальнення розрізнених знань, одержаних студентом за час перебування у вищій школі, в єдине ціле на базі технічного об'єкту його майбутньої діяльності (цех, завод, енергосистема і т. д.). Інженер-експериментатор в процесі своєї діяльності і проектує, і вмонтовує, і експлуатує свою експериментальну установку. В процесі навчання він і повинен проектувати її в учбовому проекті.

Учбове проектування – це школа підготовки інженера будь-якого профілю.

Чотири види діяльності, чотири форми підходу до навчання, чотири типу завдань, чотири методи консультування – ось що перш за все слід знати керівнику проектування у вузі. Багато що в методиці проектування склалося на основі великого досвіду, але стихійно. Тому проектування потребує уважного вивчення з педагогічних позицій. В процесі учбового проектування студент повинен досягнути технологію роботи конструкторських колективів, послідовність рішення складних інженерних задач, починаючи від обґрунтувань постановки питання до комплексу робочих креслень і записок, пояснень, з техніко-економічними розрахунками.

Консультант, керівник повинен вказати студенту вірний напрям пошуків, допомогти в оцінці одержаних рішень, допомогти знайти зовнішні конструктивні форми рішення, допомогти в доказовій формі виразити обґрунтування знайдених рішень як якнайкращих для даного конкретного випадку, уникаючи при цьому шкідливих прийомів натаскування.

Коли в завданні, а отже, і в його виконанні відсутні елементи пошуку, то це означає, що відсутні елементи того психологічного процесу, який обумовлює ефект навчання. У завданні неодмінно потрібно зберегти необхідність вирішити технічне завдання. Для цього можуть бути використані найрізноманітніші прийоми. Керівнику проектуванням пропонуємо звернути увагу на наступні з них:

² Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., изд. 2-е, т. 23, с 189.

1. Завдання складається так, що за його даними однозначне рішення не здійснимо і необхідні деякі додаткові відомості, які студент зобов'язаний самостійно знайти в засвоєному раніше учбовому матеріалі, що направить його або до атласу, або до довідника або, нарешті, до керівника.
2. Завдання доповнюється особливими приватними вимогами (ваговими, міцностями, технологічними і ін.)» досягнення яких неминуче зажадає звернення до засвоєного раніше учбового матеріалу.
3. Завдання передбачає необхідність дослідження декількох варіантів. Проте варіанти нічого, окрім додаткової ранкової роботи, не дадуть, якщо навчаному не будуть дані необхідні орієнтири зіставлення варіантів. Потрібне, щоб він самостійно методом «пристрілки» (зайву точність керівник може припинити, коли знайде, що метод засвоєний навчаним) підійшов до необхідного рішення.
4. У завданні явно або неявно дається напрям на досягнення одного з можливих якісних показників технічного рішення (інтенсивність, ефективність, надійність, економічність) як оптимальне рішення, визначуване як співвідношення окремих показників.
5. У завданні дається окрема область (вузол, деталь, показник і т.п.), яка розв'язується в проекті з максимальним наближенням до життя, з урахуванням технології виготовлення проектованого об'єкту.
6. Завдання направляє навчаного до двох рішень, обґрунтований вибір одного з яких необхідно вимагає залучення додаткових обґрунтувань і міркувань.
7. В окремих випадках допустимо за принципом «на помилках вчаться» введення в завдання якого-небудь значення одного з параметрів, що виключає можливість знайти необхідне оптимальне рішення. Надалі витрати часу і праці студента (корисна праця) на виявлення помилки (кращий випадок) або на виявлення, що рішення, «ніяк не виходить» (гірший випадок) компенсуються скороченням інших частин завдання.

Вже з приведених прийомів складання завдань видно, наскільки широкі можливості зробити завдання школою логічного мислення, школою самостійної творчої роботи студента.

На наш погляд, давати завдання на дипломний проект кожному студенту слід тільки виходячи зі усестороннього знання його індивідуальних особливостей. Тут потрібна вдумлива диференціація дипломних робіт: не давати не тільки дуже легень, але і непосильних завдань.

Виходячи з принципу дидактики «активність і самостійність», ми вважаємо, що консультації повинні носити характер обміну думками двох рівно кваліфікованих фахівців, вирішальних загальне завдання, і що починати її краще всього із звернення:

«Які питання і утруднення виникли у вас в роботі?» Якщо це ті самі питання і утруднення, які і повинні виникнути завдяки розумно організованому завданню, то на них не слід відповідати: «Узяли мало, візьміть більше» і т.п. Керівник, проглядаючи розрахунок або креслення, бачить помилки студента, і його завдання полягає не в тому, щоб сказати: «А тут у Вас невірно», а в тому, щоб запитати: «Чому Ви зробили так? Чому Ви віддали перевагу такій конструкції, методу, варіанту і т.д.?» Всі такі питання мають одну мету: привчити навчаного до того, що в проекті все без виключення повинно бути обґрунтовано, щоб він не просто перерисовував з атласу або креслення заводу, а свідомо запозичував, віддаючи собі звіт про всі позитивні і негативні характеристики запозиченої конструкції або методу, розуміючи можливість застосування запозиченого до рішення даної задачі.

При цьому корисно пам'ятати, що поряд можуть бути присутніми студенти, чекаючи своєї черги. Якщо консультація проводиться добре, то, як показує практика, і студенти, що проконсультувалися, не поспішають йти, а вчаться. При розумній побудові консультацій ці студенти замислюються над тим, що і їм доведеться відповідати на «навіщо» і «чому» керівника. Це – школа. Це перетворення консультації в навчання принципам проектування.

Доцільно вимагати від студентів такого захисту курсових проектів, коли при правильному завданні і консультації студент робитиме гранично коротке повідомлення: у «Введенні» вкаже, яке завдання було перед ним поставлено, в «Викладі» – як він, вирішував її, а в ув'язненні – яких результатів дійшов. Це і навчання, і підготовка до захисту дипломного проекту, доповіді, повідомлення і т.д. Виховується уміння зв'язано, грамотно, вірно доповісти про виконану роботу. На жаль, як показує досвід, студенти ще недостатньо володіють планом доповіді, структурою, логікою викладу. Іноді непогана по суті робота докладається погано.

Використання широкого і цінного матеріалу Кабінету проектування, різних атласів креслень, «стандартів і іншого, такого, що відображає кращі рішення практики, життя, безумовно потрібне. Але абсолютно неприпустимо, щоб це використання перетворювалося на опис, креслення без розуміння, аналізу, оцінки. Що все більш і більш розвивається так зване «реальне проектування» має безперечні достоїнства: навчаний приносить безпосередню користь виробництву; більше відчуває відчуття відповідальності за свою роботу, ніж при колективній роботі; має справу з конкретними, реальними елементами інженерної діяльності. Але у нього є і свої недоліки: зміст реального проекту може мати вельми незначне пізнавальне, повчальне або виховуюче навантаження; реальний проект студента, як частина великого цілого, виконаного проектним колективом, може закрити для студента постановку і рішення задачі в цілому (не випадково виникла і довгі роки існує хороша традиція завдання студенту на

проектування цілого складного об'єкту – станції, агрегату і т.п., – якого він на виробництві один ніколи проектувати не буде); рішення конкретної приватної задачі реального проектування скорочує час, відведений на навчання загальної методології рішення інженерних задач; незвичайно важко (швидше, навіть неможливо!) чітко виділити частку участі проектанта в роботі колективу, особливо в найголовніше, найважливіше – в самостійному синтезі знань, умінь і навиків, одержаних за роки навчання у вузі; оскільки повчальний на матеріалі реального проектування несе ще більшою мірою, чим навчаний, відповідальність за роботу спроектованого об'єкту після його виконання, то тут можливі випадки «натаскування», зведення навчаного до ролі пасивного виконавця задумів керівника.

Очевидно, при виборі теми реального проектування і при керівництві їм необхідно враховувати як позитивні, так і негативні сторони, пам'ятаючи, проте, що самий факт реального проектування ще жодним чином не говорить про благополуччя в підготовці висококваліфікованого фахівця.

Таким чином, цілями учбового проектування є: закріпити і узагальнити розрізнені знання студента в єдине ціле; прищепити навчаному вміння самостійно вирішувати складні технічні завдання, озброївши його методами їх рішення; прищепити навчаному вміння висловлювати усно і письмово хід виконання технічного завдання.

Для реалізації перерахованих цілей необхідно і корисне: розробити завдання на проект як технічне завдання, що виключає можливість сліпого копіювання; стимулювати у навчаного самостійні пошуки рішення, допомагаючи йому у разі потреби, але не прямими відповідями і рекомендаціями, а наведенням його на правильний шлях до рішення: неодмінно розмовляти з консультованим, ставлячи йому питання «навіщо» і «чому» він вирішує так, а не інакше, які цілі він переслідує тим або іншим рішенням; давати свою оцінку ходу роботи – що добре, що погано і чому; привчати навчаного висловлювати хід проектування – не тільки що ним зроблено, але і як зроблено, обґрунтовувати доцільність зробленого; в процесі керівництва (бесіди) вимагати оптимального рішення завдання, обґрунтованого поєднання чинників інтенсивності, ефективності, надійності і економічності; строго дотримуватися рамок педагогічного такту, не перетворюючи консультацію на директивні вказівки, а зводячи її до бесіди рівного з рівним, що спільно шукають і знаходять відповіді на питання, що цікавлять їх.

На закінчення коротко зупинимося ще на одній, відносно новій формі навчання в технічних вузах – на *учбових дослідницьких роботах* (УДРах). По своїй суті, змісту і проведенню вони близькі до реального проектування, а тому все сказане вище з приводу реального проектування в рівній мірі відноситься і до керівництва УДРами. У такій новій формі навчання більш ніж коли-небудь необхідний свідомий підхід у все-

озброєнні педагогічних знань. Ця форма навчання вимагає підвищення педагогічної кваліфікації, педагогічної майстерності працівників вищої технічної школи.

3.2 Лабораторний практикум

Лабораторний практикум з погляду педагогіки, – це, перш за все, одна з форм реалізації дидактичного принципу єдності теорії і практики; це навчання студентів експериментальним методам пізнання явищ і закономірностей природи; це одна з результативних форм виховання спостережливості, інтересу до науки.

У єдності теорії і практики суть процесу формування майбутнього фахівця в умовах лабораторного практикуму. Теорія і математичний апарат, співвідношення, що привертаються для розкриття характеру, між окремими елементами складного об'єкту, що вивчається, або процесу, достатньо абстрактні. Лабораторні ж практикуми служать виразною і яскравою формою конкретизації, матеріалізації „Абстрактних математичних” висновків, вельми ефективно доповнюючи процес формування понять, коли математичні докази зримо підтверджуються експериментальними доказами.

При правильній педагогічній постановці лабораторна робота є процесом рішення задач, який викликає у студентів значний інтелектуальний, пізнавальний інтерес. Поступово виховується інтерес до науки в цілому як до захоплюючого процесу постановки і рішення теоретичних і експериментальних проблем. При цьому виховується і одна з цінних якостей хорошого інженера-експериментатора – спостережливість. Уміти спостерігати – це не тільки точно і безпомилково фіксувати за допомогою органів чуття ті або інші явища і процеси, але уміти бачити (розумом більш, чим очима) суть явищ і процесів, що виявляються зовні в зримих, чутних, відчутних формах. Навряд чи можна знайти форму навчання, яка більш, чим лабораторний практикум, служила б засобом розвитку цієї якості. Нарешті, як пізнавальне, так і виховне значення має «культура експерименту». Це точність, чистота, пунктуальність, розміреність, діловитість, строгість.

Як форма учбового процесу лабораторний практикум має своє певне призначення, свої специфічні цілі. Його головна мета – формування умінь. Цим відрізняється учбова мета лабораторного практикуму студента від цілей лабораторної роботи інженера.

У одному керівництві до лабораторних робіт по курсу термодинаміки було перераховано приблизно двадцять робіт, причому тільки одна з них переслідувала учбову мету. Всі інші були побудовані однотипне: мета роботи – визначити експеримен-

тальним шляхом той або інший параметр. Далі «опис» установки, послідовність проведення експерименту («включи», «вимкни», «запиши» і т.д.), потім студенту пропонувалося порівняти набутого їм значення того або іншого об'єкту з табличними даними. Таким чином, перед студентом ставиться завдання визначити те, що вже визначено і опубліковано в табличних даних. Тут відсутня власне учбова мета пропонованих експериментальних завдань.

На одній з кафедр був поставлений досвід по проведенню лабораторних робіт: перед студентами ставилося завдання визначити експериментальним шляхом значення тієї або іншої величини (теплоємність, вологість, теплопровідність і т. д.), потім вони прямували до експериментальної установки і принципової схеми, що є при ній, їм відводилося певний час, протягом якого вони зобов'язані були самостійно розібратися, як, яким чином, в якій послідовності вони можуть вирішити поставлене перед ними завдання. Після цього студентам вручалася інструкція, що остаточно уточнювала їх вірне, але наближене рішення, а потім вони цілком усвідомлено приступали до експерименту. В більшості випадків цей педагогічний експеримент давав позитивний результат.

Зупинимося на загальній характеристиці умінь, необхідних для виконання наукового або учбового експерименту. Це уміння використовувати безліч різних спеціальних прийомів експерименту: аналіз, синтез, фільтрацію, кристалізацію, зважування, спектрометрію, дозиметрію, створення складних сукупностей параметральних умов експерименту, виміри, візування, відліки, режими, випаровування і т.д. і т.п. Це уміння враховувати всі і всякі погрішності експерименту: принципіві, приладові, індивідуальні; забезпечувати принцип рівноточності по окремих ланках експерименту, обґрунтовувати допустимі величини погрішностей. Це уміння практично проводити операції таріровки, градування, юстирування, відтворюваності і визначення точності і т.д.

Оскільки в основі умінь лежать знання, експериментатор повинен виробивши вміння перераховані та інші на основі знання фізичних і хімічних властивостей речовин, використовуваних в експерименті; знання закономірностей процесів природи, що привертаються до рішення даної експериментальної задачі; віддавати собі звіт про те, що відбувається в глибині досліджуваного явища або процесу при активній дії на нього з боку експериментатора.

Недаремний відзначити, що довідність експерименту лабораторних практикумів не повинна копіювати довідності наукового експерименту. Немає ніякої необхідності, наприклад, в учбовому експерименті прагнути (в цілях довідності) до вимірів, необхідних в науковому експерименті. Якщо в останньому істотно отримання точних даних, то не слід забувати, що в учбовому експерименті важлива методологія експерименту в значно більшому ступені, ніж результати. Деякі керівники, копі-

юючи практику дослідницького експерименту, ставлять студентам в обов'язок робити двадцять, тридцять і більш вимірів, тоді як в учбових цілях можна обмежитися п'ятьма-шістьма, для того, щоб показати, що досліджувана закономірність носить той або інший характер. Навряд чи слід вважати виправданою витрату часу на елементарний показ тільки для того, щоб студенти своїми очима побачили, як, наприклад, робиться на установці Ендрюса зникнення лінії розділу фаз рідкої і газоподібної вуглекислоти досягши критичного стану. Виключити з практики учбового експерименту все зайве, не виправдовуюча його учбової мети, зобов'язаний кожен педагог-керівник і організатор лабораторних практикумів. Вельми доцільно введення в учбовий план спеціального курсу «Теорія і практика наукового експерименту», в якому експериментальне дослідження визначається як рішення задачі, яку неможливо вирішити іншими методами. У курсах такого напрямку корисно вивчення таких питань, як, наприклад, експериментальна перевірка гіпотетичного положення або, навпаки, пошукова робота до висунення гіпотези, знаходження взаємовпливу і взаємозв'язків окремих параметрів досліджуваних процесів, створення спеціальних умов протікання фізичних і хімічних процесів (їх напрям, їх межі, прийнятні допуски) і т.д.

Формуючи експериментатора-дослідника, повчальний зобов'язаний чітко уявляти собі складний комплекс вимог до його знань і умінь. Ці вимоги можуть бути стисло сформульовані в наступних положеннях:

Знання: закономірності фізико-хімічних процесів у області досліджуваного, вираз в математичних формулах або структурних схемах; методологічні основи дослідження; учбова мета дослідження (для учбового експерименту) і принципи методи її досягнення; принципова схема експериментальної установки з обґрунтуваннями призначення і дії всіх її елементів; детальний пристрій і принцип дії реальної експериментальної установки зі всіма допоміжними приладами і вимірювальною апаратурою; класифікація і допуски погрішностей експерименту; послідовність процесів, що протікають в установці, і цілеспрямоване управління цією послідовністю; кінцева мета дослідження і форм її виразу: цифрові показники, таблиці, діаграми, графіки, схеми.

Уміння: розробка принципової схеми дослідження; розробка принципової схеми експериментальної установки у формі робочих креслень; установка допусків погрішностей; підбір вимірювальних приладів і апаратури; розробка плану проведення експерименту; розробка методів спостереження, фіксації одержаних даних; розробка форми звіту; виготовити самому або прийняти від виконавця деталі установки; змонтувати установку або керувати її монтажем; перевірити монтаж установки; налагодити установку або керувати процесом наладки; набудувати установку на режим дослі-

дження або керувати настройкою; провести експеримент (керувати виконавцями експерименту).

Нам представляється, що цей перелік необхідних знань і умінь експериментатора може бути покладений в основу підготовки інженера-експериментатора для роботи в лабораторіях найрізноманітнішого призначення. Очевидно, що для підготовки інженерів такого профілю необхідна розробка спеціальних курсів і навчальних посібників, що і робиться в деяких вузах. Для інженерів-технологів, монтажників, експлуатаційників приведений перелік може і повинен бути значно скорочений. Досягнення учбової мети лабораторних практикумів не обмежується тільки процесом проведення експерименту і звіту про отримані результати. Необхідно зупинитися на супутніх формах учбового процесу, до яких слід віднести: колоквіуми; інструктаж і контроль.

Колоквіум як форма індивідуальної підготовки навчаних за спеціально видаваними матеріалами підвищує ефективність лабораторних практикумів. Викладач, готуючи матеріали до колоквіуму, має можливість письмово викласти основні елементи майбутньої студенту роботи, повідомити про роботу в цілому як стрункої логічної послідовності прийомів. Співбесіда, як підсумкова форма завершення колоквіуму, відкриває можливість усвідомлених дій навчаних в процесі експерименту, організації роботи колективу студентів на експериментальній установці і при виконанні звіту. Колоквіум підвищує відповідальність студентів, якщо викладачу надається право відмови в допуску до лабораторної роботи студентам, що не засвоїли матеріал колоквіуму.

Інструктаж може мати приблизно наступну структуру:

1. Ввідна частина, яка нагадує (або заглиблює) теоретичну частину курсу, направляє до літературних даних, розкриває фізичну або хімічну суть майбутнього експерименту. У тому випадку, коли до колоквіумів розроблені матеріали, що містять в собі перераховані відомості, в безпосередній інструкції до кожної даної лабораторної роботи вони можуть бути опущені.

2. Принципова схема експериментальної установки, що розкриває призначення всіх елементів установки, протікаючих в них процеси, методи управління цими процесами, їх логічну послідовність. Укладач принципової схеми зобов'язаний вказати всі її елементи і розкрити їх призначення, властивості і т.д., щоб студент, що вивчив схему за інструктивними матеріалами, міг відповідати на питання «чому» і «навіщо» передбачена, включена в загальну схему і діє будь-яка частина експериментальної установки.

3. Робочі креслення або ескізи експериментальної установки і її окремих елементів, які даються з метою не тільки показати, як матеріалізована принципова схема, але і об'єднати розуміння її пристрою з майбутніми діями в експерименті.

4. Послідовність проведення експерименту, в якій всяка дія студента-експериментатора розкривається цілеспрямовано («з метою ...», «для того, щоб ...», «для досягнення ...»), з тим, щоб навчаний міг усвідомлено відповісти на питання, «навіщо», «чому», «з якою метою», «для чого» і т.д. він здійснює ту або іншу послідовність дій, контролює всі частковості процесу експерименту, управляє ним, переходячи через приватні цілі, що досягаються окремими діями, до загальної мети експерименту (встановити, визначити, знайти значення, виявити залежності і т. д.). Цей розділ інструкції матеріалізує, перетворює на реальність прийняту методологію експерименту і тому повинен бути гранично усвідомлений навчаними, зрозуміли ними.

5. Математична і графічна обробка результатів експерименту, що знаходить свій кінцевий вираз в числових значеннях параметрів або графічної інтерпретації (графік, діаграма і їх похідні) досліджуваного процесу. При обробці результатів не слід перенавантажувати студентів чисто обчислювальною або графічною роботою. Досить добитися необхідної чіткості і ясності розуміння явищ або закономірностей, розкритих в ході експерименту.

Контроль. Оскільки призначення учбових лабораторних практикумів полягає в тому, щоб сформувати у студентів уміння і навички експериментатора, то було б неправильно здійснювати контроль лише у формі зіставлення результатів, одержаних студентами в процесі експерименту, з точними даними, відомими науці. В процесі контролю, перш за все, має сенс перевірити якість засвоєння учбового матеріалу практикуму шляхом ряду контрольних питань, але не типу «що» і «як» виконано, а «навіщо» і «чому» зроблено ту або іншу дію, отриманий той або інший результат. Надзвичайна різноманітність експериментальних практикумів в стінах сучасної вищої технічної школи виключає можливість їх єдиної методичної розробки. Дуже різні рівні підготовки (1-й і 5-й курси), цільові призначення лабораторних практикумів (від формування первинних умінь і навичок до учбових дослідницьких робіт), різноманітність технічних засобів експерименту в окремих учбових дисциплінах і витікаюча з нього різноманітність самих методів дослідження. Досвід розробки лабораторних практикумів з принципових педагогічних позицій може бути використаний як основа розробки їх приватних методик, то самі приватні методики представляються максимально дієвим засобом для усестороннього поліпшення постановки цієї форми навчання і виховання у вищих технічних учбових закладах.

4 КОНТРОЛЬ ЕФЕКТИВНОСТІ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ

Звернемося безпосередньо до процесу виявлення знань і умінь. У існуючій практиці проведення іспитів студент «витягає» екзаменаційний квиток, на якому, наприклад, значиться:

1. Теоретичний к.к.д. теплового двигуна.
2. Робота адіабатичного стиснення.
3. Цикл компресійної холодильної машини.

Перше, на що звертається увага при ознайомленні з квитком, ця повна відсутність в ньому питань. Три пункти квитка не ставлять питань, не ставлять завдань. Що ж потрібне від студента в даному випадку? Відтворення по пам'яті перерахованих розділів учбового матеріалу. І якщо він все їх безпомилково відтворив – йому ставиться позитивна оцінка. Такі «питання» без питань не дають можливості виявити ступінь справжнього засвоєння перерахованих понять, вони орієнтовані на запам'ятовування, яке недостатньо для думки про засвоєння учбових понять. Пам'ять людини працює вибірково і це часто приводить до наступних ситуацій: вірний пункт (хоча б без питання) студент відтворює цілком вірно. «Поставити відмінно? А раптом він окрім цього пункту нічого не пам'ятає?» Ставиться друге питання. Мовчання. «Поставити незадовільно? Не можна». Ще питання. Хороша відповідь. «Відмінно, нуль, добре. Що ж поставити?». І починається характерне для молодих викладачів «вимучування», поки, нарешті, не складається можливість виведення якогось середньостатистичного значення оцінки. Для припинення подібних явищ і існує положення про обмежене число питань.

Щоб уникнути подібних ситуацій, перш за все при розробці учбової дисципліни, викладач зобов'язаний виділити основні положення курсу, розробити їх тези, аргументування і на основі тез скласти екзаменаційні квитки тільки за основними поняттями курсу, відкидаючи все другорядне, описове, малоістотне. Але тоді питань буде мало, вони не «охоплять» весь матеріал курсу. І не треба. Потрібно виділяти основне, істотне, головне. Але тоді один і той же квиток може потрапити двом-трьом студентам. Не страшно.

У приведеному прикладі екзаменаційного квитка були абсолютно відсутні питання. Зовні це легко виправити, переконструювавши його, наприклад, так:

1. Що таке теоретичний к.к.д. теплового двигуна?
2. Як виражається робота адіабатичного стиснення?
3. З яких процесів складається цикл холодильної машини?

Формально питання введені, але можна було їх і не ставити, оскільки вони не йдуть глибше «що» і «як». Це означає, що відсутність питань виражає якийсь глибинний недолік процесу виявлення знань і їх формальне включення не міняє істоти справи. Питання «що», «як» з їх підваріантами це тільки перше наближення до ви-

явлення знань, що орієнтується в основному на запам'ятовування. Правильно визначити рівень засвоєння понять за допомогою цих питань важко, мабуть, неможливо. Для цього потрібні питання іншого типу.

До таких питань слід віднести питання, що містять в собі властивості завдання, що вимагають від навчаного розумових дій, по яких можна судити про дійсне, а не формальне засвоєння учбового матеріалу. Це, перш за все питання «чому». Другий тип питань – індикатор засвоєння знання – «навіщо». Якщо в квитки ввести ці питання, то можемо одержати:

1. Чому теоретичний к.к.д. теплового двигуна не може бути рівним одиниці?
2. Чому робота адіабатичного стиснення вища за роботу стиснення ізотермічного?
3. Для чого служить цикл компресійної холодильної установки?

Трансформовані нами питання перетворилися на завдання, для вирішення яких (відповіді) необхідна розумова діяльність, що розкриває розуміння, вказуючи (у разі правильної відповіді), на те, що поняття дійсно засвоєне таким, що навчається, сформовано в його мисленні.

Відомо, що рівень засвоєння учбового матеріалу виявляється і може бути виявлений тільки у дії по їх застосуванню. При такій постановці контролю викладач має можливість судити, чи дійсно і на якому рівні у навчаного сформовано поняття.

Перш ніж перейти до рекомендованої системи контролю, відмітимо, що повчальний не має права вимагати від навчаного більше, ніж він йому дав на лекції, в підручнику або всіх інших видах навчання. Це положення в рівній мірі відноситься і до того, *що* викладач дав, і до того, *як* він це зробив. Звідси, грубо кажучи, якщо викладач на лекції або в підручнику тільки «описав» об'єкт, процес або метод, що підлягає засвоєнню, то він не має права вимагати від студента нічого більш, як тільки відновлення в пам'яті даного йому опису. Для того, щоб вимагати на іспиті від студента прояву поняття, що сформувався в його мисленні, викладач зобов'язаний розкрити це поняття, виховати вміння логічно з ним оперувати, прищепити необхідні навички.

Система контролю ефективності учбового процесу складається з п'яти послідовних рівнів виявлення підсумків учбового процесу: 1) розрізнення (розпізнавання); 2) запам'ятовування; 3) розуміння; 4) вміння; 5) перенесення.

Тут немає суперечності між приведеною послідовністю і тією, яка приводилася в першому розділі і в якій «розуміння» стоїть раніше «запам'ятовування». Його немає, тому що там послідовність відносилася до процесу формування понять. Тут же «запам'ятовування» поставлене раніше «розуміння», для того, щоб при контролі уникнути небезпеки позитивної оцінки при механічному запам'ятовуванні. Зупинимося послідовно на цих рівнях.

Розрізнення (розпізнавання) – простий рівень пізнання. Він виявляється у людини ще в грудному віці, коли він починає відрізняти матір від інших людей. Розрізнення грає велику роль при формуванні понять в дитячому віці, і, здавалося б, в студентському віці не має ніякого значення. Проте і у вузі існують дві області контролю на рівні розрізнення.

Перша область – програмований контроль, де найчастіше застосовується так званий «вибірковий» метод, що пропонує що іспитується знайти (розпізнати) вірну відповідь (рівняння, графік, схему, конструкцію) серед трьох-чотирьох або невірних, або таких, що не відносяться до даного питання. На наше переконання, цей метод контролю походить від явно дитячого віку методів програмованого контролю і з часом буде замінений більш відповідним завданням виявлення якості знань. Друга область – робота на тренажерах, де потрібне саме розпізнавання, перехідне в автоматизм (навички розрізнення). Розрізнення (часто застосовують і термін «розпізнавання») може бути засновано на розумінні; більш того, розуміння забезпечує легкість розпізнавання. Навпаки, встановлення факту розпізнавання (як це здійснюється при вибірковому методі програмованого контролю) ще не дає можливості судити про розуміння. Студент розрізняє зовні у край схожі двигун внутрішнього згорання і компресор, але якщо він не в змозі роз'яснити ознак проведеного розрізнення, то він або просто випадково вгадав вірну відповідь, або запам'ятав (іноді чисто зорово). Це і не дозволяє викладачу упевнено судити про розуміння.

Запам'ятовування може не тільки служити основою для розрізнення, але і створювати ілюзію розуміння, яка не повинна ввести в оману викладача. Як показують численні дослідження, можливо запам'ятовування без розуміння. Процес розуміння, зберігання і відтворення вивчався достатньо глибоко, і результати вивчення констатують, що окрім словесно-логічної пам'яті існує пам'ять образна, емоційна, рухова, своєрідно зв'язані між собою. Пам'ять має великі індивідуальні відмінності (зоровий, слуховий тип пам'яті). Крім того, існує мнемоніка, тобто ряд особливих прийомів, що полегшують запам'ятовування за допомогою створення штучних асоціацій. Так, наприклад, один студент на іспиті абсолютно правильно намалював декілька індикаторних діаграм парового двигуна, що характеризують несправності роботи останнього, нічого, як це з'ясувалося з подальшого опиту, в них не розуміючи. Студент, що навіть не чув про поняття «мнемоніка», дав пояснення екзаменатору, що він запам'ятав діаграми під умовними асоціативними кодами, що розрізняли діаграми за зоровими ознаками.

Виходячи з сказаного, слід вважати за доцільне в процесі контролю засвоєння прийняти запропоновану послідовність (спочатку запам'ятовування, пізніше розуміння). Разом з тим абсолютно очевидно, що рівність запам'ятовування-знання абсолютно не

спроможне. З одного боку, можна знати і забути, що є процесом абсолютно природним. З іншого боку, можна запам'ятати не розуміючи, показати тільки брехливу видимість знання. Тому правильна відповідь на екзаменаційне питання або правильно заповнений квадратик в кодї програмованого контролю ще не дає підстав для думок про досягнення мети навчання – формування поняття про той або інший об'єкт, процес, метод.

Розуміння служить індикатором основного результату засвоєння учбового матеріалу, що виражається в сформульованих поняттях, в їх взаємозв'язках і опосередковуваннях, причинно-наслідкових зв'язках. Тому для виявлення розуміння використовуються переважно питання «чому» і «навіщо» з їх підваріантами. Якщо при відповіді навчаний сам розкриває розуміння засвоєного матеріалу, сам в свою відповідь вводить і «навіщо» і «чому», то постановка цих питань стає зайвою, але вони категорично необхідні тоді, коли навчаний дає тільки «копію» учбового матеріалу і повчальний не має даних, щоб судити по цій «копії» про рівень засвоєння.

Повертаючись до питань, що приводяться, на вищому рівні розкриття результатів формування понять можна дати такі їх варіанти:

1. Від чого залежить величина теоретичного коефіцієнта корисної дії теплового двигуна?
2. Чому адіабатичне стиснення супроводжується підвищенням температури робочого тіла?
3. З якою метою на практиці організовується цикл холодильної машини?

Студент, що ознайомився з учбовим матеріалом, тільки на рівні розрізнення або механічного запам'ятовування, не в змозі правильно відповісти на приведені тут питання.

Можлива і така ситуація, коли студент, що достовірно засвоїв учбовий матеріал, забуває його на іспиті, що легко пояснити перенапруженням і нервозністю. Тоді доцільний умілий «підказ», нагадування про яку-небудь характерну відмінність або межу забутого поняття, і (викладачі знають по своєму досвіду) забуває проходить і студент спокійно бере участь в *бесіді*.

Термін «бесіда» поставлений не випадково. Екзаменатор, що мовчить, не екзаменатор, якщо навіть студент показує прекрасне засвоєння того або іншого матеріалу. Без бесіди цілком можлива ситуація, при якій студент «зубрило» одержить «відмінно», а вдумливий студент, що випадково забув щось, одержить «незадовільно». Без бесіди не можна правильно оцінити знання студента, особливо якщо перейти до рівня засвоєння учбового матеріалу – умінню.

Уміння. Питання «чому» і «навіщо» допомагають екзаменатору встановити основу умінь майбутнього інженера, його знання. Питання, які ми рекомендуємо використовувати для виявлення умінь, можуть бути представлені в наступному вигляді.

1. Підрахуйте максимально можливе значення теоретичного к.к.д. теплового двигуна.
2. Чи можливо на практиці проводити адіабатичне стиснення атмосферного повітря, починаючи від нормальних умов до тиску 600 атм?
3. Намалюйте цикл компресійної холодильної машини і приведіть характеристику його практичної реалізації.

Тут в першому питанні-завданні студент має в своєму розпорядженні формулу, але йому потрібно подумати над тим, які значення верхньої і нижньої температур можна прийняти, виходячи з умов практики. У другому питанні-завданні студент зіткнеться з поряд технічних труднощів сучасної практики, які йому потрібне буде або подолати, або вважати завдання практично нереальним. У третьому випадку питання-завдання не включає елементів розрахункового характеру, але направлений на з'ясування умінь студента пов'язати теоретичний цикл (у першому наближенні) з практикою його реалізації в реальній установці.

Результати перевірки ефективності учбового процесу характеризують діяльність як навчаного, так і повчального. За підсумками випробувань, по характеру і глибині відповідей повчальний зобов'язаний критично оцінити результат своєї власної роботи як лектора, автора підручника, керівника семінару і т.д. Такий самоконтроль звичайно проводиться, проте він переважно зводиться до виявлення «важких» і «легких» питань. «Важкі питання» – це, очевидно, оволодіння складними, глибокими, абстрактними поняттями, і подолання їх залежить від викладача, зобов'язаного шукати і знаходити кращі форми розкриття цих понять, яскравіші, більш образні, доступніші розумінню, для чого в його розпорядженні є запас логічних, педагогічних, графічних і інших методів. «Важкі питання» належить розцінювати як дефект учбового процесу, коли педагог не розкрив поняття на доступному студенту рівні. «Легкі питання» – це, переважно, той самий фактологічний матеріал, і їх навряд чи доцільно виносити їх на іспит.

Набагато складніше йде питання контролю і самоконтролю викладача за наслідками учбового процесу у області виховання. Контроль ефективності учбового процесу не може проходити мимо контролю основної виховної лінії учбового процесу – виховання умінь думати. Не так істотно виявити, що студент поки що пам'ятає і що вже встиг забути до моменту іспиту, як істотно в процесі іспиту розкрити умінь студента мислити на належному рівні.

Відбір матеріалу, що виноситься на контроль, здійснюється на основі тез лекції (курсу), тобто орієнтується на головний, основний, глибинний зміст розкриваних

понять курсу. Відбір матеріалу для розробки тез і виділення екзаменаційних питань повинні ґрунтуватися на педагогічній меті тези, що висувається, і відповідного йому екзаменаційного питання.

Конструювання питань контролю ефективності учбового процесу може здійснюватися з урахуванням рівня засвоєння (розрізнення, розуміння, запам'ятовування, уміння і перенесення). Треба категорично відмовитися від «питань» без питання.

Працюючи над «важкими» питаннями, необхідно одночасно розробляти приватні методики по лекції (як розкривається матеріал) і іспиту (які відповіді передбачається одержати від студента). Долати «важкі» питання, розкриваючи їх по розглянутих вище рівнях засвоєння, вводячи «підпитання», засновані на послідовному поглибленні розкриття складних понять від розрізнення до перенесення включно.

Важливо розробити номенклатуру застосування існуючих балів (2, 3, 4 і 5). Замість середньої арифметичної з оцінок безлічі відповідей доцільно продумати номенклатуру, залежну від глибини засвоєння учбового матеріалу. Так, наприклад, якщо відповіді студента не показують більшої глибини, ніж розрізнення і запам'ятовування без розуміння, студент не має права розраховувати на задовільну оцінку. Тільки наявність розуміння дає право на позитивний результат перевірки засвоєння. Корисно прийняти за правило пояснювати студенту (коротко, але строго обґрунтовано), чому його відповідь заслуговує той або інший бал. Це слід робити не з побоювання конфлікту, а з педагогічних, виховних цілей: студент повинен розуміти свої промахи, помилки. У цьому учбова і виховна роль контролю ефективності учбового процесу.

У рекомендаціях по контролю ефективності засвоєння учбового матеріалу використання конспектів, учбової і довідкової літератури не протипоказано. У стислий термін іспиту ці матеріали можуть допомогти пригадати щось забуте, але, як вище було вказано, запам'ятовування не дає права на задовільну оцінку. А на з'ясування розуміння, уміння і перенесення перегортання конспекту негативної дії не надає.

Нарешті, в приватній методиці повинні бути передбачені і розроблені організаційні форми проведення контролю: дозування часу, організація процесу контролю спільно з асистентами і т.д.

4.1 Контроль знань студентів при програмованому навчанні

Нові засоби і методи навчання, що почали застосовуватися в США після публікації робіт Скіннера (лінійна система дозування учбового матеріалу) і Крайдера (розгалужена система), були лише початковим періодом їх розвитку зі всіма властивими їм достоїнствами і недоліками.

Головним недоліком цього початкового періоду з'явилося просте перенесення кібернетичних, теоретико-інформаційних уявлень про зворотний зв'язок на учбовий процес. Тому для першого періоду використання принципів кібернетики в навчанні характерні поверховість і формалізм, що не відображає психолого-педагогічної суті зворотного зв'язку в навчанні.

Застосовуючи контролюючі машини або картки, ми в змозі судити по ним тільки до рівня розрізнення або запам'ятовування. Що стосується мислення, то принципова можливість його виховання з використанням принципів кібернетики не викликає сумнівів. Але можливість ця жодним чином не може бути реалізована на основі існуючих кібернетичних пристроїв і повчальних програм.

Висловлене вище не означає, що слід відкинути все, що дав перший період розвитку засобів і методів програмованого навчання. Вдумливий аналіз першого періоду застосування принципів кібернетики (що показав ряд помилок і спрощень) дає можливість намітити шляхи подальшого розвитку і методів навчання, і підвищення ефективності учбового процесу.

Вже в ранній період становлення і розвитку кібернетичних машинних і без машинних засобів і методів програмованого навчання, відбулося розчленування цих засобів на *повчальні* і *контролюючі* (що іспитують). Це розділення слід вважати умовним за самим принципом організації програмування на його першому етапі, де програмувався (дозувався за лінійним або розгалуженим принципом) тільки учбовий матеріал.

При традиційному способі навчання протягом всього семестру йде процес навчання (розкриття понять з метою їх формування у навчаних). В кінці семестру організовується контроль засвоєння знань у формі заліків і іспитів (аналог зворотного зв'язку), де підводяться підсумки за цілий семестр. Процес навчання (грубо кажучи, видача інформації) відірваний від контролю засвоєння (залікова і екзаменаційна сесія) на тривалий термін, слідством чого, як правило, є безсонні ночі і нервово перенапруження студентів під час екзаменаційної сесії.

При розчленуванні учбового матеріалу на мінімальні дози, супроводжувані негайною перевіркою засвоєння кожної з них, процес навчання і процес контролю фактично зливаються в часі, і розділення машин на повчальні «репетитор» і що іспитують «екзаменатор» стає умовним.

Ця обставина зіграла певну роль в першому періоді розвитку засобів і методів програмування – переважно конструювання різноманітних іспитуючих машин, а також систем карткового контролю. «Повчальні» машини набули меншого поширення через більшу розбіжність форм пред'явлення учбового матеріалу з психолого-педагогічними характеристиками процесу формування понять у навчаних.

Перехід від програмування учбового матеріалу до значно глибшого і складнішого завдання програмування процесу формування понять, управління цим процесом викликав новий термін: замість «програмоване навчання» в життя входить поняття «програмування навчання». Дослідницька діяльність направлена на з'ясування можливостей використання кібернетичних принципів зворотного зв'язку і позитивних властивостей кібернетичних принципів зворотного зв'язку і позитивних властивостей кібернетичних машин для управління процесом формування понять і дієвого контролю за ходом цього процесу. Не переслідуючи цілі перераховувати і коментувати безліч робіт у області програмування навчання, відзначимо, що зараз проводиться змістовна і цікава робота по розвитку і застосуванню в практиці навчання теорії поетапного формування розумових дій, висунутої проф. П.Я. Гальперінім. На наш погляд, ця теорія чудово ув'язується з поряд особливостей психології шкільного віку, з характерними для неї етапами розвитку. Проте відносно психології студентського віку принципіві положення цієї теорії в застосуванні до вищої школи ще чекають свого дослідника. Все виразніше вимальовувалася необхідність рішення поки що не розв'язаної проблеми розумового розвитку, що не дозволяє в даний час достатньо виразно відокремити ефект засвоєння від ефекту розвитку. Якщо проблема розкриття психологічної суті єдності навчання і виховання, схематично показана нами на основі єдності знання і відношення до пізнаної, розв'язується поряд дослідників у області шкільного віку, то у області вищої школи ще має відбутися велика і складна робота.

Перехід від програмування учбового матеріалу до глибшого завдання програмування психічного процесу формування понять, умінь і навиків, виховання мислення знаменує початок нового і, безумовно, перспективного етапу у використанні принципів кібернетики в учбовому процесі.

У виведеннях учасника семінару ЮНЕСКО проф. Н.Ф. Тализіной виявилися деякі нові тенденції в розвитку програмування, які дозволяють констатувати перехід його на новий, вищий етап розвитку. До таких тенденцій слід віднести: розширення дослідницької роботи у області програмування навчання і, навпаки, деяке звуження фронту його впровадження в практику масового навчання; аналіз розумової внутрішньої діяльності учнів, прагнення знайти найбільш раціональні форми цієї діяльності, дослідити шляхи управління цією діяльністю; пошук шляхів перебудови існуючої практики програмованого навчання на строгій науковій основі; перехід від глобальних способів завдання цілей навчання до конкретніших; від довільних методів оцінки ефективності навчання до дослідження і застосування точніших, науково обґрунтованих методів; звільнення від своєрідного «машинного гіпнозу», відмова від віри у всемогутність повчальних машин, з'ясування реальної ролі технічних засобів в учбовому процесі залежно від природи і логіки процесу навчання.

5 МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ФОРМ УЧБОВОГО ПРОЦЕСУ

Мета підготовки приватних методик – дослідження науково обґрунтованої (перш за все з психолого-педагогічних позицій) ефективної побудови учбового процесу в будь-якій його конкретній формі. Очевидно, що першим завданням кожного викладача вузу є розробка приватної методики для форм того учбового процесу, яким він особисто зайнятий. Очевидно також, що методи розкриття нових понять, шляхи виховання бажаних якостей навчаного, досягнення окремої приватної мети того або іншого учбового процесу не можуть бути викладені у формі рецептури. Проте, представляється доцільним дати тут викладачу хоч би загальну орієнтацію розробки приватної методики, яка через це носитиме дещо інструктивний характер.

Загальні рекомендації по роботі над приватними методиками можуть бути наступними:

Визначення учбової мети досліджуваної форми навчання. Справжня учбова мета має на увазі допомогти навчаним або сформувати належні засвоєнню поняття, або сформувати у них необхідні уміння або навички. Мета учбового процесу часто підміняється його темою, тоді як тема тільки похідна від мети.

Після встановлення мети і теми заняття розробляється план (книги, глави, семінару і т.п.), в якому бажано зафіксувати таку послідовність викладу учбового матеріалу, в якій формування подальшого поняття базується на вже сформованих поняттях. Тут доречно пригадати і наші рекомендації з питання про структуру лекції: у введенні ставиться завдання, у викладі відбувається логічно обґрунтований процес її рішення, а висновок зводиться до обґрунтованих висновків, рішення-результату поставленої задачі.

Далі доцільно приступити до розробки тез. Тези розробляються лише з основних питань теми. Головною ознакою тезового викладу учбового матеріалу є неодмінна наявність в ньому тверджень (заперечень), що вимагають доказів.

Зразковий зразок плану і тез лекції виглядає таким чином.

План лекції

Тема: «Лекція як основна форма учбового процесу у вищій школі».

1. Введення. Доказ можливості стати хорошим лектором і що для цього необхідно (5 мін).
2. Критичний огляд літератури з питання про лекцію у вищій школі. Висновки (5 мін).
3. Розповідь і показ як форми передачі знань і формування умінь (10 мін).

4. Елементи раціонального і емоційного в лекції і їх роль в пізнавальному і виховному навантаженні лекції і т.д. (10 мін).

Тези до лекції

Загальна теза лекції: Лекція є основною формою учбового процесу у вищій школі.

Приватні тези:

1. Кожен науковець може добре читати лекції.
2. Проведення наукових досліджень необхідне, але недостатньо для читання хороших лекцій.
3. Наявна література про лекцію не дає можливості ефективно самостійно підготуватися до читання хороших лекцій.
4. Якнайкращим способом навчання лекторській майстерності є розробка приватної методики.
5. Передача знань і формування умінь здійснюються двома способами: розповіддю і показом.
6. Знання об'єкту навчання і відношення до нього є продуктами освіти і виховання.
7. Лекція містить в собі і раціональні, і емоційні елементи, утворення, що є знаряддям, і виховання . і т.д.

Із зіставлення представлених форм документації лекції видно, що тези дають основу для дослідження довідності, аргументувань до матеріалу лекцій. Вони готують дані для контролю засвоєння знань, що викладаються: теза в питальній формі – це вже контрольне питання засвоєння учбового матеріалу.

Складання формулювання мети лекції, її теми і плану, стислого конспекту і тез – перша практична школа лектора.

Наявність мети, теми, плану, конспекту (або тексту) і тез лекції дозволяє приступити до найбільш складного і глибокого дослідження учбового процесу – до методичної розробки або приватної методики даного учбового процесу.

Таким чином, методична робота викладача складається з наступних компонентів:

1. формулювання мети учбового процесу;
2. теми заняття (лекції, лабораторії, проекту і т.д.);
3. плану;
4. тез;
5. конспекту (короткого або розгорненого);
6. робочого конспекту (індивідуального «суфлера», що займає залежно від досвіду і інших чинників від 0,5 до 5.6 сторінок);

7. методичної записки з аналізом, поясненнями і обґрунтуваннями всіх елементів конкретної форми учбового заняття.

Складаючи методичну розробку, потрібно мати на увазі і враховувати в міру можливості наступні чинники учбової роботи.

Особливості конкретної аудиторії. Враховуються по ряду ознак:

- а) за профілем майбутнього фахівця;
- б) по числу навчаних;
- в) по рівню попередньої підготовки.

Введення. Не тільки для лекції, але і для будь-якої форми учбового процесу, введення грає істотну роль. Від правильного введення залежить і їм багато в чому визначається «тонус» заняття, інтерес, напруга і т.д. Звідси при розробці методичної записки викладач зобов'язаний сформулювати, яким чином, в якій формі він припускає провести почало заняття (лекції, семінару, лабораторії і т.д.) і чому.

Важкі для засвоєння елементи курсу відомі лектору – здебільшого це абстрактні поняття і абстрактні методи їх розкриття. При підготовці лекції слід виділити всі подібні поняття (іноді вони займають тему всієї лекції, чим виділення такої лекції і обґрунтовується) і продумати найбільш ефективні методи їх розкриття.

Аргументування, докази не потребують обґрунтування їх значення у викладанні. Вибір же тієї або іншої форми аргументування тієї або іншої тези занять, що готуються, необхідно обґрунтувати для конкретних умов лекції, що розробляється, або іншої форми учбового процесу.

Активізація ходу учбового процесу досягається попередньою підготовкою всіх можливих приватних прийомів. У методичній розробці занять слід відзначати, які конкретні прийоми активізації будуть використані і чому.

Закріплення в пам'яті учбового матеріалу, що викладається.

У методичній розробці слід, перш за все, виділити з відповідними обґрунтуваннями ті питання, теми, поняття, визначення, графіки і т.п., які викладач знаходить доцільним найміцніший закріпити в пам'яті навчаних. Знаходяться найбільш ефективні методи стимуляції міцного запам'ятовування виділених об'єктів.

Очевидно, що кожний з вжитих педагогічних заходів закріплення в пам'яті повинен бути обґрунтований в методичній розробці: по яких міркуваннях лектора саме та, а не інша міра з'явиться найбільш дієвою.

Залучення засобів наочності вимагає ґрунтовного продумування і достатніх педагогічних обґрунтувань. Треба переконатися в тому, яка форма показу і в якому співвідношенні з розповіддю буде найбільш ефективна. Як краще включити показ, яке з чотирьох можливих співвідношень розповіді і показу застосувати в тому або іншому випадку і чому.

Після лекції корисно зробити нотатки на полях методичної розробки про успіхи і недоліки застосованих прийомів роботи.

Залучення сучасних технічних засобів навчання.

Деякі із засобів прийнятні беззастережно, наприклад, кишенькові мікрофони. Але засоби переходу від розповіді до показу слід застосовувати достатньо обґрунтовано, щоб не перетворити лекцію на розвагу. У методичній розробці повинні бути відбиті всі форми звернення до нових засобів навчання з обґрунтуванням доцільності застосування кожного з них у кожному випадку.

Методи розкриття понять в процесі навчання є найбільш складною частиною в підготовці учбового процесу. Важливо не просто зупинитися на тому або іншому методі на смак, звичці, досвіду, запозиченому у інших. Треба обґрунтувати свій вибір, показати, що саме вибраний метод є, повинен бути найбільш ефективним. Іноді таке обґрунтування по теоретичних міркуваннях і посиланнях на досвід роботи є недостатньо переконливим, і питання розв'язується постановкою педагогічного експерименту.

Дозування учбового матеріалу набуває особливого значення для тематичної лекції. Не можна залишити частину теми на наступну лекцію. Не можна, вичерпавши тему, за декілька хвилин до дзвінка починати нову. Для того, щоб кожна академічна година одержувала своє логічне завершення, необхідна ретельна попередня робота з пробним хронометражем читання, записів на дошці, показу в його різних формах. Розроблене дозування вноситься лектором в робочий конспект, що служить як контрольний документ за змістом, послідовності і дозуванню часу.

Висновок по проведених заняттях. У методичній розробці обґрунтовується суть наміченого висновку як оптимального для даного вигляду заняття в даних конкретних умовах.

Контроль засвоєння розкритих на лекціях понять знаходить своє віддзеркалення в записці, пояснення, у формі контрольних питань, витікаючих з тез до лекції. У записку, пояснення, входить: 1) перелік контрольних питань; 2) обґрунтування до ним (яку мету переслідує те або інше питання і чому для цієї мети він визнаний як найкращим); 3) класифікація матеріалу, що вивчається, по труднощі і зменшення діапазону труднощі (вилучення дуже простих питань, розчленовування складних питань на декілька простих); 4) формулювання відповідей (по глибині засвоєння: запам'ятовування, розуміння, уміння, перенесення); 5) використання машинного і без машинного способів контролю разом з обґрунтуваннями до питань, що розробляються для контролюючих машин і карт, – все це є завершуючим етапом роботи над приватною методикою (якщо у викладача немає додаткових приватних міркувань).

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Яким чином відбувається формування понять при навчанні студентів?
2. За допомогою чого досягається управління процесами формування нових понять в мисленні навчаних?
3. Які елементи психіки важливі в організації і проведенні процесу навчання?
4. Як відрізнити учбовий матеріал, що запам'ятовується і засвоєний?
5. Якими логічними формами слід керуватися при розкритті змісту понять?
6. У чому відмінність понять «рішення-процес» і «рішення-результат»?
7. З якою метою рекомендується застосовувати послідовне рішення пропонуваніх задач в процесі навчання?
8. Як розглядається процес навчання?
9. Що характеризує послідовність розумових операцій?
10. Як можна застосувати логічні закони для організації розумового процесу?
11. Які форми доказу або спростування тез використовуються при проведенні колоквиумів?
12. Якими прийомами встановлюється причинний зв'язок між елементами явищ?
13. У чому відмінність кваліфікації «фахівця широкого профілю» і «фахівця вузького профілю»?
14. Яка повинна бути послідовність операцій: запам'ятовування, уміння, розуміння, розрізнення, перенесення – для досягнення глибини засвоєння понять?
15. Як впливає самостійна діяльність студента на формування Творчої особи?
16. Як впливає єдність трьох основних сторін лекції: зміст, структура і рівні – на педагогічну ефективність лекції?
17. У чому відмінність знання, уміння і майстерності?
18. Яка роль виховання в процесі навчання?
19. Яка суть основ педагогіки і її напрямів?
20. Як краще використовувати розповідь і показ в процесі навчання?
21. З якою метою слід розвивати науковий рівень лекції?
22. Як ефективніше використовувати виховний рівень лекції для розвитку наукового мислення студентів?
23. Як підвищити у студентів інтерес до науки і техніки?
24. У чому відмінність колоквиуму від виступу студентів перед аудиторією?
25. Як використовувати дедуктивний і індуктивний методи в процесі виховного процесу навчання?
26. Як впливають емоційний і раціональний стилі проведення лекцій на засвоєння матеріалу?
27. Чим відрізняється риторичний рівень лекції від розповіді або читання лекції?
28. Яка відмінність між лекцією і підручником? Які елементи роблять вирішальний вплив на якість лекції?
29. Чим обумовлений перехід від знань до умінь?
30. Як організувати лабораторний практикум для досягнення ефективних навиків в процесі навчання?
31. У якому вигляді контроль по кінцевому результату вправ забезпечує якнайкраще засвоєння лекційного матеріалу?
32. Які обмеження вносить метод «підставимо у формулу» в розвиток розумового процесу?
33. Які методи є найбільш ефективними для розвитку технічної творчості?

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Конфедератов И.Я. Методы совершенствования учебного процесса в высшей технической школе /Учебно-методическое пособие. - М. - Высшая школа. -1976.-112 с.
2. Проблемы высшей школы. Республиканский научно-методический сборник / Выпуск 76. - Киев. - Вища школа. - 1992.
3. Проблемы обучения. Материалы ЮНЕСКО.