

АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ
Донецький інститут післядипломної освіти
інженерно-педагогічних працівників

Костюченко М.П.

ДИДАКТИЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ ЦІЛЕЙ І ЗМІСТУ
ПРОФЕСІЙНО-ТЕОРЕТИЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНО-
ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ
(на прикладах професій електроенергетичного профілю)

Навчально-методичний посібник

Донецьк – 2007

ББК 64.9(11)722

К30

Костюченко М.П. Дидактичне проектування цілей і змісту професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки (на прикладах професій електроенергетичного профілю): навчально-методичний посібник. – Донецьк, ДПО ІПП, 2007. – 98с.

Навчально-методичний посібник присвячений питанням дидактичного проектування. Розкривається сутність дидактичного проектування, етапи його проведення, співвідношення з дидактичним плануванням. Аналізується проектування цілей та змісту професійного навчання, структура та зміст уроків теоретичного і виробничого навчання. Наводяться зразки навчально-програмної документації та змісти уроків професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки за професіями електроенергетичного профілю.

Навчально-методичний посібник розрахований на викладачів загальнотехнічних і спеціальних дисциплін, майстрів і старших майстрів виробничого навчання, методистів і керівників ПТНЗ, методистів НМЦ ПТО, а також відповідних слухачів інституту післядипломної освіти.

Рецензенти:

В.Н.Молчанов

Доцент, канд. фіз.-мат. наук, завідувач кафедри менеджменту та соціальних дисциплін ДПО ІПП

І.Є.Сілаєва

Доцент, канд. техн. наук, завідувач кафедри методики професійного навчання та охорони праці ДПО

В.І.Лісовицький

Викладач Донецького індустріально-педагогічного технікуму

Друкується за рішенням редакційно-видавничої ради ДПО ІПП, протокол № 9 від 28.12. 2007р.

© Костюченко, 2007р.

ЗМІСТ

Стор.

Вступ.....	4
1. Сутність дидактичного проектування.....	6
2. Дидактичне планування як граничний випадок проектування.....	10
3. Етапи, види й обставини дидактичного проектування.....	18
4. Проектування цілей професійної підготовки: стратегії та сутність.....	27
5. Проектування структури уроків теоретичної та професійно- практичної підготовки.....	38
6. Проектування змісту професійної підготовки на рівні навчально- програмної документації.....	45
7. Проектування змісту професійної підготовки на рівні навчально- програмної документації.....	50
Література.....	66
Додатки.....	69
Зміст модульного елемента «Занулення».....	72

Вступ

Загальна мета підготовки в професійно-технічних навчальних закладах (ПТНЗ) освічених, професійно компетентних, мобільних на ринку праці кваліфікованих робітників вимагає докорінних змін в *освітньому середовищі* (сукупність матеріально-технічних, інформаційних, дидактичних і кадрових ресурсів), впровадженню прогресивних інноваційних технологій навчання та відповідних змін в функціях викладачів і майстрів виробничого навчання (в/н).

Питома вага основних функцій педагогічних працівників (викладання, інструктування) зменшується на користь функцій, пов'язаних з самостійною активною діяльністю учнів (*учінням*). До них відносяться функції проектування змісту та процесу навчання, моніторингу за діяльністю учнів, консультування, координування дій учнів, активна співпраця з ними тощо.

Акцент на особистісний розвиток учнів вимагає від викладачів і майстрів в/н пошуку *способів* (методів, засобів і форм) формування в учнів елементів професійної компетентності, здатності самостійно й ефективно вирішувати проблеми в галузі професійної діяльності, а також формування в учнів *ключових компетентностей* (здатності аналізувати виробничу ситуацію, приймати рішення, відповідально діяти, критично оцінювати результати своєї діяльності, співпрацювати з іншими, постійно самовдосконалюватися, володіти сучасними інформаційними засобами і т.д.).

Однією із насущних методичних проблем є формування у викладачів загальнотехнічних і спеціальних дисциплін і майстрів в/н знань і вмінь до проектувальної діяльності. Це зумовлено впровадженням у системі професійно-технічної освіти (ПТО) ступеневої професійної підготовки, інтегративного та варіативного змісту навчання, інноваційних технологій навчання, зокрема модульних. Відсутність практично-орієнтованих розробок з проблем проектувальної діяльності педагога професійної школи зумовило до написання даного методичного посібника.

У навчально-методичному посібнику здійснена спроба висвітлити сутність *дидактичного проектування*, його відміну від *інженерного проектування*, описати його види, етапи й обставини. Розглядається проектування цілей, структури та змісту професійного навчання. Останнє реалізується як на розробці навчально-програмної документації, так і на формуванні змісту навчального матеріалу.

В додатках наведено ряд конкретних розробок на прикладі професії «Електромонтер з ремонту та обслуговування електроустаткування».

1. Сутність дидактичного проектування

Підготовка кваліфікованих робітників, здатних до творчої праці, професійного розвитку, освоєння та впровадження наукоємних та інформаційних технологій, конкурентоспроможних на ринку праці можлива за умови переходу на інноваційну освітню стратегію, яка базується на **концепції кінцевого результату або досягнення певної компетентності**. Це вимагає модернізацію цілей, мотивів, змісту, засобів, форм організації, методів і процесу професійного навчання, а також формування робітничих кваліфікацій на основі стандартів професійної компетентності.

Вказана концепція припускає *домінування інтенсивних методів навчання над екстенсивними*, максимальну самостійність і високий рівень цілеспрямованої активності навчально-пізнавальних дій кожного учня. Однією із кардинальних проблем переходу на вказану концепцію є проблема проектування цілей, структури, змісту та способів професійного навчання.

Проектування – це процес створювання такого опису об'єкта (матеріального, інформаційного, логічного тощо), який необхідний і достатній для його реалізації в заданих умовах [9].

Це визначення інженерного проектування, яке можна розширити за змістом відповідно міжнародному стандарту ISO 9000-2001, який в Україні прийнятий як державний: **проектування** – це сукупність процесів, які перетворюють вимоги (сформульовані потреби або очікування) в установлені характеристики (відмітні властивості) або в технічні умови на продукцію, процес чи систему [7].

Результатом процесу проектування є **проект** (від лат. projectus – кинутий уперед), який можна подати в таких формах:

- *матеріальній формі* (продукті), тобто у вигляді певного виробу;
- *матеріалізовано-образній формі*, тобто у вигляді рисунку, схеми, креслення тощо;

- *матеріалізовано-абстрактній формі*, тобто у вигляді логічного виразу, математичного рівняння, формули тощо;
- *ідеальній формі*, тобто у вигляді ідеї, уявлення, концепту тощо.

Педагогу професійної школи належить знати, що педагогічне або дидактичне проектування «...покликано наблизити педагогічний процес до реальних умов майбутньої професійної діяльності учнів» [3,с.96].

Метою дидактичного проектування є одержання такого вербального (словесного) опису педагогічного об'єкта або отримання його інформаційної моделі у вигляді схеми, формули, алгоритму тощо, які можуть задовольняти сукупність умов і вимог.

Конкретні **умови** пов'язані з реальним функціонуванням педагогічної системи, а **вимоги** – з рядом обмежень її розвитку та заданих параметрів: характеристик, які вимагає замовник проекту або власне сам розробник.

Належить відзначити, що проект відрізняється від **моделі** (від лат. modulus – міра, зразок).

Модель – це деякий об'єкт (реальний, знаковий, абстрактний або уявний), відмінний від об'єкта-оригіналу, поданий в найбільш загальному вигляді (вербальний опис, схема, креслення, графік, формула, математичне рівняння, логічний вираз тощо), відтворюючи інтересуючі дослідника ознаки, властивості та характеристики оригіналу в межах розв'язуваних завдань.

Іншими словами, проектування здійснюється після моделювання і характеризує перехід від загального опису об'єкта-оригіналу до деталізованого.

Це відповідає схемі: **об'єкт** → **модель** → **специфікація** → **проект** → **алгоритм** → **обчислення** (рис.1).

Роль **об'єкта** може відігравати предмет, явище, процес, ситуація тощо.

Об'єктом дидактичного проектування, як правило, є **навчальна ситуація**, яка може бути змінена в ході реалізації дидактичного проекту.

Засоби проектувальної діяльності – це знання принципів, форм і методів дидактичного проектування, вміння застосовувати оптимальні для даної ситуації форми і методи організації навчального процесу [6].

Умовами проектування є зовнішні об'єктивні фактори і суб'єктивні чинники організації навчального процесу.

Результат проектування – рішення про характер, структуру та зміст дидактичного проекту.

Продукт проектування – дидактичний проект, оформлені на матеріальних носіях інформації.

Слухачі повинні знати, що характерною рисою проектування складних дидактичних (педагогічних) об'єктів є **варіативність**.

Це означає, що після постановки завдання на проектування або видачі проєктувальнику **специфікації**, формується множина припустимих варіантів рішень. Для оцінювання цих варіантів (можливих результатів) розробляються **критерії**, які характеризують ступені досягнення мети проектування.

Проектні варіанти або **альтернативи** оцінюються за шкалами критеріїв і відбувається вибір одного або декількох преференційних дидактичних проєктів (продуктів), які задовольняють поставлену мету та ряд завдань проектування.

Таким чином, ефективний проектний продукт є результатом ряду процедур прийняття рішень або вирішення проблеми багатокритеріального вибору.

Очевидно, що від характеру моделювання залежить характер проектування. Як показав В.І.Арнольд [1], детермінованим (строго визначеним) уявленням притаманні **«жорсткі» моделі**, а невизначеним – **«м'які» або еластичні моделі**.

Звідси випливає, що відносно прості та статичні (незмінні в часі) педагогічні об'єкти підлягають жорсткому моделюванню і жорсткому проектуванню – **плануванню**.

І навпаки, складні, динамічні (змінні у часі) об'єкти, як правило, описуються «м'якими» моделями та багатоваріантними проектами. На це повинні звернути особливу увагу слухачі.

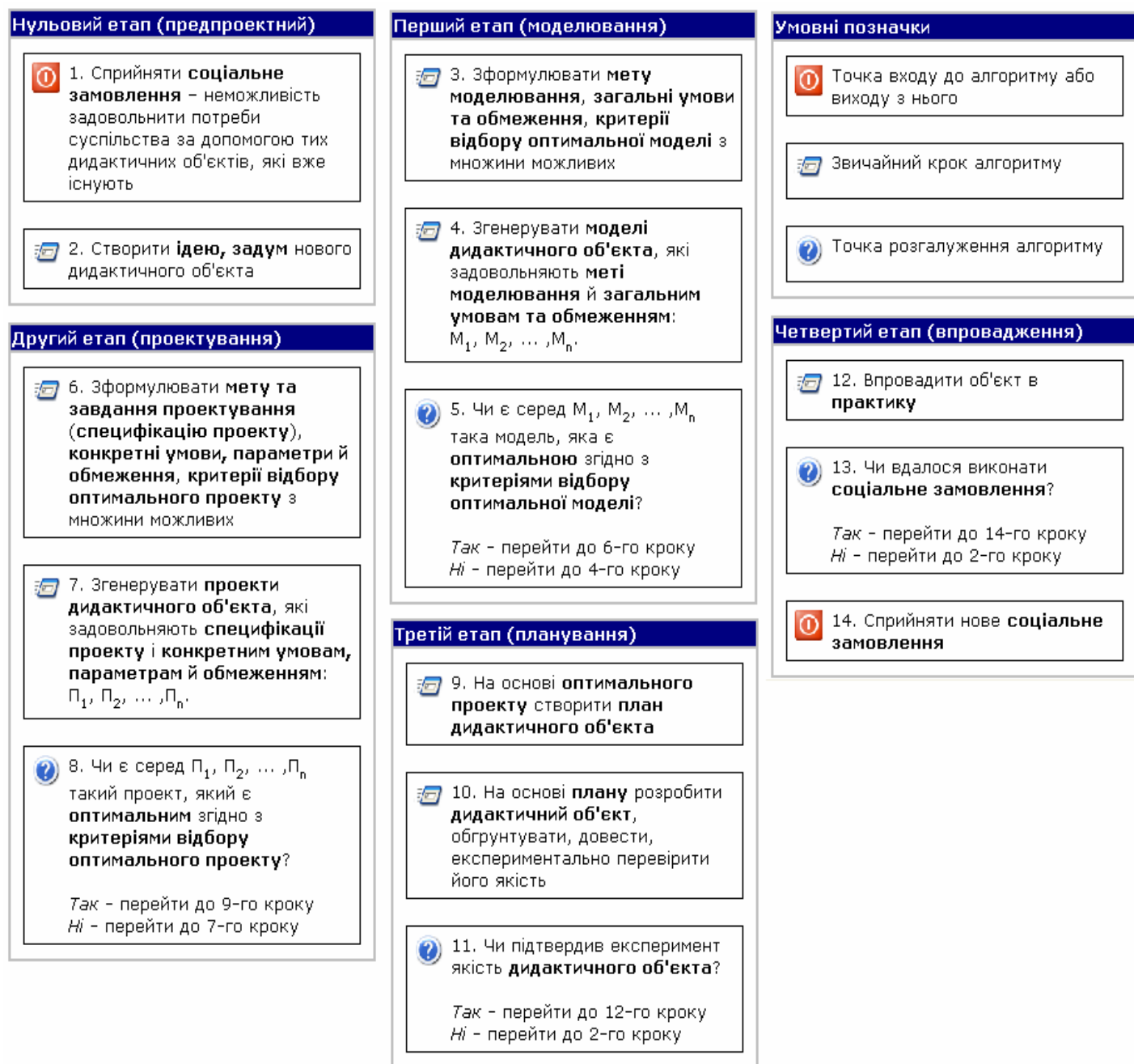


Рис.1. Узагальнена схема алгоритму моделювання, проектування та планування дидактичних об'єктів.

2. Дидактичне планування як граничний випадок проектування

Методологія проектування передбачає отримання декількох варіантів проєктів для різних внутрішніх і зовнішніх умов, обставин функціонування педагогічної системи і суб'єктивних потреб (завдань). Строго визначені («жорсткі») умови і потреби передбачають вибір тільки одного варіанта проєкту, який трансформується в план. Іншими словами, **план** отримують шляхом поступового уточнення параметрів об'єкта проектування і зовнішнього середовища до заданих умов (метод ітерацій). При цьому параметри об'єкта оптимізуються (рис.1). Зауважимо, що **метод ітерацій** (від лат. *iteratio* - повторення) вийшов із математики, являючи собою деякий одноманітний процес, що складається із послідовно повторюваних процедур з метою отримання все більш точних наближених розв'язків рівняння.

Планування розвитку складних динамічних об'єктів (зокрема, педагогічної системи), ускладнюється тим, що ряд параметрів змінюються в часі, а їх визначення можливо тільки методами прогностики. Проте дія випадкових, непередбачених об'єктивних факторів і суб'єктивних чинників, невідомі закономірності поведінки та розвитку суб'єктів учіння може звести на ніщо результати планування.

Сказане відноситься до педагогічної системи її елементів та **процесу навчання** (зміни станів педагогічної системи під дією процесів управління з боку педагога). Не дивно, що деякі дидактичні цілі, які ставить викладач (майстер в/н) напередодні до уроку не досягаються, а в кращому випадку – досягаються частково.

До основних навчально-методичних документів з планування навчально-виробничого процесу в ПТНЗ відносяться [8; 28]:

- робочий навчальний план за професією для певного ступеня ПТО;
- робочі навчальні програми з професійно-практичної підготовки, що передбачені робочим навчальним планом;

- робочі навчальні програми з навчальних предметів, що передбачені робочим навчальним планом;
- поурочно-тематичні плани з навчальних предметів;
- перелік навчально-виробничих робіт (НВР) з професії на семестр чи курс навчання;
- плани в/н навчальних груп на місяць;
- плани навчально-виробничої діяльності на півріччя;
- плани занять (уроків);
- розклад занять.

Дидактичне планування та його відміну від проектування проаналізуємо на прикладі виробничого навчання (в/н).

Основа виробничого навчання (в/н) у ПТНЗ – участь учнів у продуктивній праці. Але програма в/о, відображаючи соціальне замовлення системи ПТО на підготовку кваліфікованих робітників, "...об'єктивно не може розкрити, які конкретно, у якій послідовності, скільки навчально-виробничих робіт повинний виконувати учень, щоб відповідати пред'явленим вимогам. Це завдання перекладу вимог навчальної програми на мову конкретної навчально-виробничої діяльності учнів розв'язується шляхом правильно організованого планування виробничого навчання" [40,с.80-81].

Планування в/н "...забезпечує умови для його раціональної організації, своєчасного і повного виконання навчальних планів і програм, своєчасної і старанної підготовки майстра до проведення кожного заняття" [26,с.82]. У процесі в/о розв'язуються навчальні і виробничі завдання, між якими можуть бути протиріччя. Тому, **завдання планування в/н** – завдання виробничо-педагогічне. Специфіка планування в/н полягає в тім, що завдання виробничого і завдання навчального процесу розв'язуються в єдності, доповнюючи один одного.

Цілями планування в /н є [36,с.21]:

- створення умов, необхідних для оптимальної організації навчального процесу і забезпечення повного і своєчасного виконання навчальних планів і програм навчальної групи;
- завчасна і ретельна підготовка кожного заняття майстром в/о, що сприяють досягненню високого рівня знань, умінь і навичок учнів;
- забезпечення найбільш повного і раціонального використання приладів, інструментів, навчального устаткування і приміщень ПТНЗ.

Планування в/о тісно пов'язано з **нормуванням** навчально-виробничих робіт (НВР). Останнє "...є основою для кількісних розрахунків планів, а також засобом формування в учнів швидкісних навичок високої продуктивності праці і дбайливого відношення до навчального часу" [40,с.81]. Очевидно, нормування варто розглядати складовою частиною планування в/н.

У тих випадках, коли немає можливості чи недоцільно організувати фронтальне (одночасне) навчання учнів однаковим видам НВР на постійних робочих місцях, застосовується переміщення окремих бригад чи ланок учнів по відповідним видам робіт чи робітничим місцям. Тому до документів планування в/н відноситься також *графік переміщення учнів по робочих місцях*.

У рамках сучасних технологій професійного навчання планування в/о розглядається як похідна від проектування в/н.

Проектування засноване на розгляді декількох можливих варіантів (альтернатив) досягнення певних стандартизованих («еталонних») цілей первинної професійної підготовки, зафіксованих в освітньо-кваліфікаційній характеристиці (ОКХ) випускника ПТНЗ. На підставі сукупності критеріїв, які формуються на основі педагогічного досвіду майстра в/н, враховуючи наявну матеріально-технічну базу ПТНЗ, умови навчання, поставлені завдання професійної підготовки, конкретний контингент учнів й інші чинники вибирається один оптимальний варіант досягнення цілей, що і служить вихідним для планування.

Відзначимо, що планування можна умовно розділити на два види - стратегічне (довгострокове) і тактичне (короткострокове, поточне). **Стратегі-**

чне планування містить у собі підготовку до навчального року і до вивчення чергової теми програми.

Підготовка до навчального року складається з таких компонентів:

- вивчення майстром в/н ОКХ випускника ПТНЗ відповідного кваліфікаційного рівня;
- вивчення державного стандарту з конкретної професії (наприклад, ДСПТО 7241.1.000000-2005. Державний стандарт професійно-технічної освіти. Професія – електромонтер з ремонту й обслуговування електроустаткування. Кваліфікація: 2,3,4,5, і 6 розряди);
- вивчення типового навчального плану та типових навчальних програм з навчальних предметів професійно-теоретичної підготовки і типових навчальних програм з професійно-практичної підготовки;
- розробка робочого навчального плану за професією для певного ступеня ПТО;
- розробка *робочої навчальної програми* з професійно-практичної підготовки, що передбачено робочим навчальним планом;
- складання переліку НВР з професії (на семестр, курс підготовки);
- розроблення старшим майстром плану навчально-виробничої діяльності ПТНЗ на півріччя;
- розроблення плану виробничого навчання навчальної групи на місяць (у відповідності з робочим навчальним планом і робочою навчальною програмою);
- розробка планів виробничої та переддипломної (передвипускної) практики учнів;
- складання графіків переміщення учнів по робочих місцях;
- складання розкладу занять.

Зауважимо, що **професійно-теоретична підготовка** передбачає розроблення таких документів:

- робочих навчальних програм з навчальних предметів (на основі типових навчальних програм з навчальних предметів) професійно-теоретичної підготовки;
- розроблення *поурочно-тематичних планів* з навчальних предметів відповідно до робочих навчальних програм.

Підготовка майстра в/н до вивчення чергової теми програми складається з:

- аналізу змісту теми і розподілу його на уроки;
- аналізу міжпредметних зв'язків (інформаційного характеру);
- визначення конкретного змісту та кількості НВР, необхідних для виконання учнями в процесі вивчення кожної теми;
- підбір навчально-матеріального та дидактичного забезпечення уроків;
- вибору типів і видів уроків в/н;
- вибору методів і технологій проведення уроків;
- власної методичної підготовки.

Відзначимо, що є певна аналогія (по структурі) підготовки викладачів загальнотехнічних і спеціальних навчальних предметів і майстрів в/н. Аналіз методики підготовки викладачів виходить за межі завдань даної методичної рекомендації та висвітлений в джерелах [38;50]. Разом з тим підкреслимо, що загальновизнаної класифікації уроків в/н не існує, а ряд класифікацій дублюють елементи типів і видів уроку теоретичного навчання.

У цьому зв'язку належить виділити класифікацію уроків в/н, яка запропонована В.А.Скакуном, що передбачає поступове ускладнення трудових дій учнів: від простих трудових прийомів і операцій до складних комплексних робіт [39]. Проте вказана класифікація доцільна в межах операційно-комплексної системи в/н.

На наш погляд існуючі класифікації відрізняються як *продуктами* діяльності учнів, так і *результатами* діяльності. Іншими словами, існує відміна як між характером і призначенням **навчальних завдань**, які пропонують учням після

викладення нового навчального матеріалу, так і за внутрішніми новоутвореннями психіки учня або сформованими у довготерміновій пам'яті учня *когнітивними структурами*, які зовні виражаються в засвоєних учнем знаннях, уміннях і навичках.

При вивченні теоретичного матеріалу в учнів формуються теоретичні знання, а також конструктивно-технологічні, розрахункові, раціоналізаторські та винахідницькі вміння та навички. Професійно-практична підготовка має за мету формування професійних (виробничих) умінь і навичок.

Традиційна класифікація уроків теоретичного навчання не може застосовуватися для уроків в/н через те, що навчально-виробнича діяльність за формою і змістом відрізняється від теоретичної навчально-пізнавальної діяльності. Якщо на уроках теоретичного навчання формуються професійні знання про сутність виробничої діяльності та теоретичні вміння розрахунково-аналітичного, індуктивно-узагальнюючого, логіко-асоціативного і т.д. характеру, то на уроках виробничого навчання формуються виробничі вміння і навички, розвиваються професійні здібності й учень починає правильно виконувати трудові прийоми та трудові операції.

Основним методом в/н є вправи по виконанню трудових прийомів, трудових операцій, трудових процесів, а також в управлінні технологічним процесом. Можна розглядати в/н як послідовний ланцюг вправ, ряд з яких виконується учнями самостійно (на рівні «самостійної роботи» або самонавчання під контролем майстра в/н). Виконуючи серію взаємозалежних і поступово ускладнюваних вправ, учень реалізує планомірні, інтенсивно повторювані навчально-виробничі дії. Мета подібного тренувального навчання ("тренінгу") – сприяти підвищенню ефективності в/н, "...удосконалювання трудової діяльності, підвищення точності та швидкості виконання завдання, особливо в складних ситуаціях, навчання прийомам безпечної діяльності" [46,с.190].

Дійсно, *вправи* – це "...багаторазові повторення вивчаємих дій з метою їх свідомого удосконалювання. У процесі вправ ...відбувається перехід кількості

(...повторень, відтворень) у якість, яка характеризується удосконалюванням знань, способів діяльності, утворенням умінь і навичок” [40,с.62].

Навички формуються шляхом багаторазового повторення вивчаємих або досліджуваних дій. Кількість повторень лежить в діапазоні від 7 до 24 в залежності від складності системи навчально-виробничих дій, вимог стандартів до якості результатів діяльності (якості виробів, якості ремонту обладнання, якості обслуговування тощо), а також від типу домінуючого темпераменту учня (холерик, сангвінік, флегматик, меланхолік).

Постійно підвищуючи навчальні цілі вправ по складності та ступеню досяжності (правильність → точність → швидкість) ми приходимо до **основної розвивальної мети** – “**самостійність**”. Тут “...діяльність учнів має у значній мірі самостійний (тобто незалежний від майстра) характер і ведучою дидактичною метою є відпрацьовування самостійності в різних її проявах” [40,с.67].

На підставі вищенаведеної тези пропонуємо слухачам **класифікацію уроків в/н** – визначення типів уроків залежно від певної ознаки: цілей уроку, дидактичних завдань, характеру змісту навчального матеріалу, методів навчання, головних етапів процесу навчання і т.д. [19]. Якщо виходити із ознаки – етапи формування професійних умінь і навичок в напрямі поступового збільшення ступеня самостійності дій учня, – то отримаємо таку класифікацію:

1. Уроки вивчення нових трудових прийомів і операцій з метою формування початкових професійних умінь.
2. Уроки виконання простих комплексних робіт з метою закріплення вмінь і формування початкових професійних навичок.
3. Уроки тренінгу з метою удосконалення, закріплення й автоматизації навичок.
4. Уроки комплексного застосування теоретичних знань, виробничих умінь і навичок при самостійному виконанні НВР.
5. Уроки виконання складних комплексних робіт з метою формування складних професійних умінь.

6. Уроки формування діагностичних умінь і навичок.
7. Уроки формування **пластичних навичок**, тобто "навичок, що піддаються перебудові та переносу в нові умови" [36,с.53].
8. Уроки формування раціоналізаторських і винахідницьких умінь.
9. Уроки самостійного планування трудових дій.
10. Контрольно-перевірочні уроки.
11. Уроки евристичного та проблемного характеру.
12. Уроки-проекти.
13. Комбіновані уроки.

Приведена вище класифікація включає класифікацію В.А.Скакуна (п.п.1,2,5,10) і застосовна, як правило, у рамках традиційної **операційно-комплексної системи в/о**. Ця система навчання найбільш розроблена і має широкое застосування в ПТНЗ, де професійна підготовка орієнтована на ручну чи машинно-ручну працю. Чекають свого часу розробки типів уроків в/н для відносно нових систем в/н, розроблених у другій половині ХХст.: приймально-комплексно-видова система (К.Н.Катханов), предметно-технологічна система (М.І. Жиделев), проблемно-аналітична система (С.Я. Батишев), індуктивна система в/н (М.І. Ковальський), модульна система навчання професії (Міжнародна організація праці) й ін. [19;26;33;40].

Поурочне (тактичне, поточне) планування – це підготовка до чергового заняття (уроку). Його структура складається з таких **компонентів (етапів)**:

1. Визначення мети уроку (заняття).
2. Визначення мотивації навчально-виробничої діяльності.
3. Вибір типу і виду уроку.
4. Визначення структури уроку.
5. Визначення змісту уроку.
6. Вибір технології (методів) проведення уроку.
7. Вибір способів (видів, методів і засобів) контролю навчальних досягнень учнів.

3. Етапи, види й обставини дидактичного проектування

Акцентуємо увагу педагогічних працівників на твердження, за яким будь-який дидактичний проект є результатом *проектувальної діяльності*, що передбачає вибір оптимального (за конкретних умов і обставин) або раціонального (за узагальнених умов і обставин) варіанта. Це відноситься, зокрема, до типових навчальних планів за професіями та типових навчальних програм професійної підготовки, які реалізують генеральну (головну, основну, ведучу) мету професійно-технічної освіти, а також результати її послідовної декомпозиції, тобто розчленування на:

- стандартизовані («еталонні») цілі ПТО (рівень ОКХ);
- нормативні (конструктивні) цілі, що зафіксовані в типовому навчальному плані за професією та типовій навчально-програмній документації (компоненти цього рівня підпорядковані компонентам попереднього рівня).

Дидактичне проектування – це відображення педагогічного продукту у вигляді остову, що не затемнений деталями, але правильно описує чи зображає його основну суть. Іншими словами, це процес перетворення вихідного (первинного) опису об'єкта, що заданий в специфікації, в остаточний опис на основі виконання комплексу робіт дослідницького, розрахункового та конструкторського характеру. При цьому використовуються типові схеми *маршрутів проектування* – послідовності етапів і проектних процедур (рис.1).

На відміну від інженерного проектування [22], проектування педагогічних об'єктів значно спрощене за схемою маршруту, хоча зберігає такі *етапи*:

- 1) вивчення *специфікації* (первинного завдання на проект), яка визначає вимоги до функцій і характеристик об'єкта проектування;
- 2) *структурний синтез* (визначення структури об'єкта та побудова його моделі, виходячи із узагальнених умов й обмежень до функцій і характеристик об'єкта проектування);
- 3) *параметричний синтез* (визначення множини якісних і кількісних параметрів об'єкта, при яких виконуються відомі конкретні

умови й обмеження, що виражають вимоги до функцій і характеристик об'єкта проектування, побудова декількох варіантів дидактичних проектів, реалізація процедури багатоваріантного вибору раціонального варіанта, реалізація процедур ітераційності з метою покращення проекту шляхом модифікації параметрів (зміни, що не впливають на сутність об'єкта) або часткові зміни структури об'єкта, досягнення оптимального результату та продукту – дидактичного проекту, який адекватний вимогам специфікації.

Відмітимо, що *процедура* – це знаходження частини загального розв'язку завдання або певний, відносно невеликий етап процесу проектування. У свою чергу, термін «*розроблення*», відповідно до міжнародного стандарту ISO 9000-2001, є синонімом терміну «проектування» або визначає відносно великий етап (стадію) процесу проектування [7].

Традиційний (ручний, неавтоматизований) режим дидактичного проектування є досить трудомістким і базується цілком на знаннях, досвіді й інтуїції проектувальника. Проте в 70-х рр. ХХст. перспективи автоматизації почали пов'язувати зі створенням *систем автоматизованого проектування (САПР)*. Найбільш досконалим режимом автоматизованого проектування є діалоговий (інтерактивний), за якого всі процедури в маршруті виконуються за допомогою персонального комп'ютера, а участь людини виявляється в оперативному оцінюванні результатів проектних процедур, в коригуванні ходу проектування, у виборі продовжень.

Майбутнє належить *системам автоматичного проектування*, які виконують маршрут проектування за формальними алгоритмами на комп'ютері без втручення людини в хід розв'язання завдання.

Не заглиблюючись у подробиці, зазначимо, що перший крок у використанні можливостей САПР в освітньому середовищі пов'язаний з широким впровадженням *методу проектів* (Дж.Дьюї, В.Х.Килпатрік). Цей метод припускає можливість учню індивідуалізовано вирішувати поставлені навчальні проблеми чи завдання.

Рекомендуємо читачам ознайомитися з методикою підготовки складових електронного Потрфолю навчального проекту [48], до якого входять учнівські презентації у форматі Microsoft Power Point, учнівські публікації у форматі Microsoft Publisher, учнівського веб-сайта у HTML-форматі, дидактичних матеріалів у форматі Microsoft Excel.

У педагогічній практиці використовують дидактичні проекти різних видів та рівнів. Відповідно до **діяльнісного підходу** в навчанні (О.М.Леонт'єв, В.В.Давидов, С.Л.Рубінштейн, Г.О.Атанов та інші), найвищий рівень – це рівень **цілепокладання**, який визначає зміст, характер і результати учіння (навчально-пізнавальної та навчально-виробничої діяльності учнів).

Проектування дидактичних цілей повинно йти паралельно з формуванням моделей **зовнішніх мотивів**, які створюють і підтримують активну діяльність учнів на певному рівні. Зовнішня мотивація базована на різних видах стимуляції, зокрема, спонукання учнів до важливості вивчення конкретного навчального матеріалу, виконання алгоритмічних дій, заохочування дій учнів, підтримання викладачем (майстром в/н) емоційно-позитивної атмосфери діяльності учнів, їх заінтересованості в результатах навчально-пізнавальної та навчально-виробничої діяльності.

Зовнішня мотивація впливає на **внутрішню мотивацію** – орієнтацію учня на цілях учіння, його усвідомленість у важливості вибраної професійної діяльності, виявлення інтересу до учіння та професійної діяльності, здатність проявити себе у тому, до чого він відчуває себе потенційно здібним.

Як зазначають дослідники [15;33;42], якщо зовнішня позитивна мотивація полегшує виконання учнями дій алгоритмічного характеру, то внутрішня мотивація – виконання дій евристичного характеру, а також розвиває креативність (здатність до творчості). Нарешті, внутрішня мотивація полегшує засвоєння теоретичного матеріалу та психомоторних дій, сприяє ефективності учіння, викликає позитивні емоції та приносить задоволення від навчально-пізнавальної чи навчально-виробничої діяльності.

Таким чином, **мотивація** - це актуалізація потреби учнів у знаннях і вміннях, формування інтересу до конкретної професійної діяльності, оцінювання значення даної теми для освоєння професії, створення психологічного настрою на майбутню спільну діяльність педагога й учнів. Мотивація дозволяє безліч особистих цілей учнів "наблизити" до поставленої мети майстром (викладачем). Якщо власна мета в учня на уроці збігається з поставленою метою майстром (викладачем) – це оптимальний (найкращий) випадок.

Як відзначають психологи [16], у кожній **дії** чи визначеній діяльності людини варто виділяти три частини: **мотиваційну, орієнтаційну та виконавчу**. Порушення в кожній з цих функціональних частин призводить до порушення виконуваної дії чи діяльності у цілому.

Зокрема, порушення мотиваційної частини дій полягає у постійному чи тимчасовому небажанні учня виконувати визначені дії чи операції, неуважному відношенні до пояснення викладачем (майстром в/н) нового навчального матеріалу, відсутності настрою на запам'ятовування навчальної інформації та послідовності трудових дій, негативному відношенні до вимог безпечного виконання робіт і т.д. Як відзначає В.І.Савченко, "ефективність навчання значно зростає там, де високий рівень його організації поєднується з заінтересованістю учнів" [36,с.54]. Як показав І.П.Підласий [27], мотив займає перше місце серед множини відомих чинників навчання.

Після проектування мотивів і цілей **навчальної діяльності** (діяльності педагога та діяльності учнів) здійснюють побудову змісту навчання на рівні навчального матеріалу (НМ). Як відзначає Г.О.Атанов [2], при проектуванні дидактичних цілей і змісту навчання первинними є задана характером майбутньої спеціальності **професійна діяльність** і дії, які складають цю діяльність, а також ті знання, що забезпечують виконання цих дій.

Виходячи з діяльнісної теорії навчання можна розробити безліч науково-методичних підходів до конструювання змісту навчання. Термін **«конструювання»** доречний для змісту навчання на рівні НМ. Це дозволяє перейти від

змісту певної навчальної програми (змісту професійної освіти або *проекту*) до змісту навчання (*конструкту*).

Зазначимо, що проектування змісту професійного навчання суттєво залежить від вибору *системи професійного навчання*, тобто певного типу організації змісту навчання, який відображає дисциплінарну, інтегративно-модульну або синтетичну організацію наукових, технічних і виробничих знань, а також досвід професійної діяльності. Розрізняють три системи навчання: предметна (традиційна), предметно-модульна та модульна (ПСН, ПМСН і МСН). До цих систем відносяться, як підсистеми, системи виробничого модульно-рейтингового, інтегративно-модульного та кредитно-модульного навчання [13].

У відповідності з дидактичним принципом єдності змістовної та процесуальної сторін навчання, після розробки дидактичних цілей і змісту професійного навчання на рівнях робочих навчальних програм з навчальних предметів загальнотехнічної та професійно-теоретичної підготовки, а також робочих навчальних програм з професійно-практичної підготовки (виробничого навчання, виробничої та переддипломної практики) конструюється дидактичне забезпечення або дидактичний інструментарій.

Основна функція *дидактичного забезпечення* (дидактичного інструментарію) – керувати процесом учіння.

Дидактичне забезпечення складається з таких компонентів:

1) *завдань чи задач* (навчально-розрахункових, навчально-практичних, навчально-виробничих тощо);

2) *інструкцій*, зокрема інструкцій по безпечній навчально-виробничій діяльності учнів в умовах навчальної майстерні або по виконанню лабораторних робіт;

3) *прикладів* розв'язку теоретичних задач, розрахунку схем, пошуку несправностей тощо;

4) *карток-завдань* по контролю навчальних досягнень учнів (контрольних запитань);

5) списків *навчальної літератури*;

6) електронного *портфоліо навчального проекту*, до якого входять мультимедійні презентації, публікації, веб-сайти та інші дидактичні й інформаційні електронні матеріали;

7) програмного забезпечення по керуванню процесом персоналізованого навчання;

8) дидактичних матеріалів для формування *орієнтаційної основи дій (ООД)*, тобто «повного і розгорнутого уявлення про завдання, умови, засоби, способи виконання і контролю трудового процесу» [40,с.41];

9) дидактичних матеріалів для *забезпечення виконавчої діяльності*;

10) дидактичних матеріалів (у тому числі електронних) для *контролю і самоконтролю*, зокрема завдання тестів успішності;

11) *методичних матеріалів* для викладачів і майстрів в/н (методики та стратегії викладання й інструктування, передовий виробничий і педагогічний досвід, новинки науково-технічного прогресу, алгоритми, програми тощо).

Проектування ***технологій навчання*** передбачає попереднє розроблення таких складових [14]:

1. Моделей мотивів навчально-пізнавальної та навчально-виробничої діяльності учнів.
2. Моделей системи (ієрархії) дидактичних цілей.
3. Моделей змісту професійного навчання (на рівнях навчально-програмної документації та навчального матеріалу).
4. Моделей методів навчання.
5. Моделей засобів навчання.
6. Моделей форм організації навчання.
7. Моделей процесу професійного навчання.

Вказані моделі конкретизовані визначеними параметрами, умовами та чинниками перетворюються у відповідні ***проекти*** мотивів, змісту, методів тощо.

Конкретизація системи дій учнів, направлених на досягнення цілей заняття (прочитати, законспектувати, виконати, розрахувати, провести експеримент тощо) визначає, які дидактичні матеріали необхідно підготувати викладачу (майстру в/н).

Зауважимо, що найбільш кропітка робота викладача (майстра в/н) при розробленні моделей і проектів процесу навчання.

До **моделей процесу навчання** входять:

- а) *модель учня* (загальна і ситуаційна);
- б) *алгоритми діяльності учня* (навчально-пізнавальної, навчально-виробничої, навчально-практичної, експериментальної та творчої);
- в) *алгоритм керування* (з боку програми комп'ютера) або алгоритм процесу управління діяльністю учня (з боку педагога), який крім мотиваційно-цілепостановчої компоненти має орієнтаційну, інструктивну, викладацьку, консультативно-координуючу, коригувальну та контрольну-перевірочну складові.

Подальші етапи розроблення проекту процесу навчання ми сформулюємо з врахуванням положень, викладених в джерелі [48]:

- визначення оптимальних для даних умов і обставин форм організації навчання;
- визначення для кожної взаємопов'язаної сукупності дій учнів відповідних навчаючих (управлінських) дій, методів і методичних прийомів;
- підбір необхідних засобів навчання та контролю навчальних досягнень учнів;
- аналіз операційних зв'язків з метою виявлення базових способів дій учнів і формування переліку видів діяльності учнів відповідно до навчальних завдань;
- визначення оптимальних способів організації зворотних зв'язків (як негативних, так і позитивних);
- уточнення часових меж виконання навчальної діяльності;
- підбір, адекватної навчальній ситуації та наявним ресурсам навчання, педагогічної технології (технології навчання);

– завбачення (прогнозування, передугадування) можливих результатів навчання.

Виділяючи прагматичний аспект вищевикладеного, зазначимо, що *дидактичне проектування* на відміну від дидактичного планування базується не на «жорстких» обставинах, умовах, стилях управління діяльністю учнів, а враховує багатоваріантність підходів до розробки дидактичних проектів, можливі зміни в педагогічній системі та надсистемі, передбачає гнучкість процесу управління діями учнів з боку викладача (майстра в/н) і акцентує увагу не тільки на результативність навчання, а й на його ефективність.

Педагогічні працівники повинні знати міжнародний стандарт [7], відповідно до якого:

- **результативність** – це ступінь реалізації запланованої діяльності та досягнення запланованих результатів;
- **ефективність** – це співвідношення між досягненим результатом і використаними ресурсами (маються на увазі такі об'єктивні ресурси, як час, учбові приміщення, матеріально-технічне та дидактичне забезпечення, технічні засоби навчання й оргтехніка тощо, а також ресурси людського чинника – мнемонічні, інтелектуальні, психомоторні, вольові тощо).

Професійне навчання є насамперед **процесом управління** діяльністю учнів з боку викладача (майстра в/н) або керування з боку програми комп'ютера. Цей процес у формах мислення, генерації ідей, прийняття рішень, їх обґрунтуванні та рефлексії існує і в дидактичному проектуванні.

Тому можна говорити про своєрідний *дидактичний цикл* від специфікації (завдання на проектування) до оцінювання результативності й ефективності вибраної технології навчання. Основні етапи проектування та здійснення цілей навчання унаочнено подані на рис. 2.

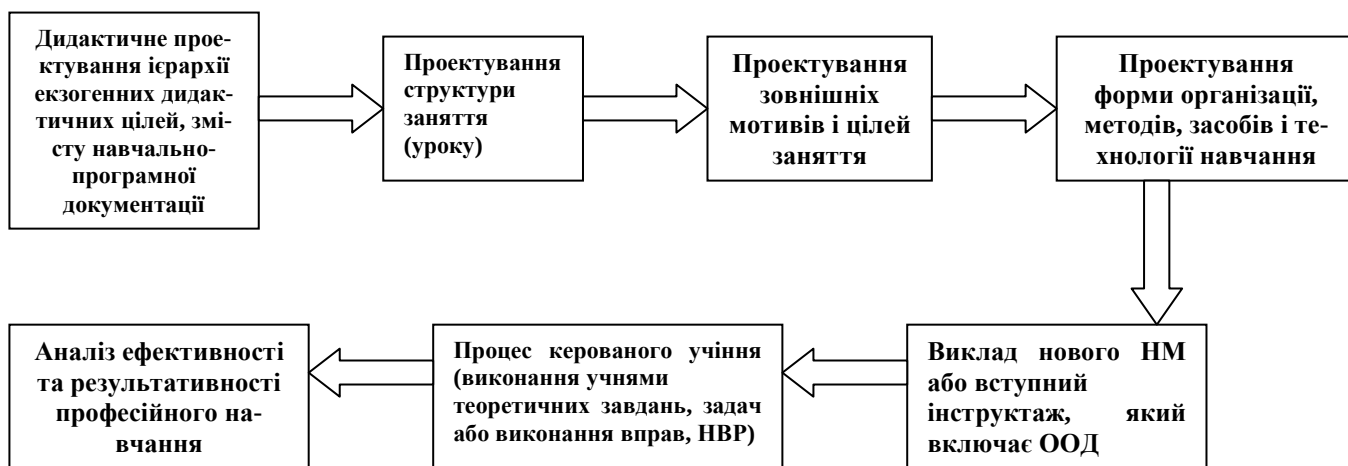


Рис. 2. Основні етапи дидактичного проектування та здійснення процесу навчання.

4. Проектування цілей професійної підготовки: стратегії та сутність

Процес навчання починається з вибору *мети*, досягнення якої визначає сенс діяльності учнів і педагога (викладача, майстра в/н). **Мета** обумовлює напрям розвитку послідовних дій, тобто є функцією напряду, а **мотив** – функція спонукання до дій. Як показав Б.Ф.Ломов, причинно-наслідкова взаємопов'язаність мотиву та мети складає своєрідний вектор «**мотив-мета**».

Очевидно, що вказаний вектор є результатом цілепокладання, яке відноситься до сфери управління, в основі якого є процес прийняття рішення. Можна вважати, що мотив – це чинник, який відіграє роль *обставини* при проектуванні мети та інших складових діяльності.

Варто пам'ятати, що **мета** – це мислимий образ майбутнього або бажаний результат діяльності. Тому, **результат навчання** далеко не завжди збігається з поставленою метою. Завдання майстра в/о (викладача) – мінімізувати відхилення результату діяльності від поставленої раніше дидактичної мети. Крім цього, варто врахувати, що навчання виховує і розвиває учнів.

Таким чином, мета заняття повинна бути потрійною, тобто враховувати навчальний, розвиваючий і виховний аспекти. Мета уроку може бути сформульована одним реченням, але вона повинна деталізуватися в **завданнях уроку**. Проте краще формулювати окремо змістовну (навчальну), розвивальну та виховну цілі заняття (уроку).

Відзначимо, що термін «**дидактичні цілі**» узагальнює множину можливих дидактичних цілей або поле педагогічних цілей. Конкретизацією є освітні цілі, розвивальні цілі, виховні цілі, змістовні цілі, часткові цілі вивчення фрагментів змісту навчання тощо.

Проектування чи його різновид - конструювання здійснюється на основі певної *стратегії* – теорії та практики підготовки суб'єктів педагогічної системи до цілеспрямованої діяльності. У загальному випадку стратегія визначає цілі діяльності та завдання діяльності (завдання є конкретизацією цілей). Наявність стратегії є основою для розробки способів та форм досягнення цілей і розв'я-

зання завдань, розподілу ресурсів (інтелектуальні, матеріальні, інформаційні тощо) за видами діяльності. В теорії проектування [9] виділяють дві стратегії проектування – висхідна і низхідна. Пояснимо їх на прикладі ієрархії (рівневої структури) системи дидактичних цілей.

Для розроблення системи педагогічних цілей професійної підготовки реалізується **низхідне проектування**, коли вирішення проблем високих ієрархічних рівнів передуює вирішенню проблем більш низьких рівнів. При цьому системі розробляють в умовах, коли її елементи (цілі занять) ще не визначені і, отже, відомості про їх можливості й ознаки мають характер припущення.

Наприклад, при проектуванні ієрархії цілей модульного професійного навчання (МПН) доцільно базуватися на цілях заданих зовні («**екзогенні цілі**»), по відношенню до даної педагогічної системи, тобто сформульованих на рівні соціального заказу в метасистемі – наукових установах Міністерства освіти і науки України. Це мета найвищого ієрархічного рівня – **генеральна (загальна) мета ПТО**, сформульована в Концепції розвитку професійно-технічної (професійної) освіти в Україні (2004р.). Рекомендується слухачам прочитати або відтворити у пам'яті зміст цієї загальної мети ПТО.

Другий рівень ієрархії або поля цілей ПТО конкретизує генеральну мету – це **стандартизовані («еталонні») цілі ПТО**, які сформульовані в освітньо-кваліфікаційній характеристиці (ОКХ) випускника ПТНЗ. Їх можна назвати **освітніми цілями** професійної підготовки, внаслідок їх узагальненого та персонізованого характеру. Для професії електромонтера з ремонту й обслуговування електроустаткування освітні цілі згруповані за рубриками:

Електромонтер з промислового електроустаткування 3-го розряду повинен *знати...*

Електромонтер з промислового електроустаткування 3-го розряду повинен *уміти і мати навички...*

Декомпозиція (розчленування) стандартизованих цілей здійснюється на третьому рівні ієрархії. Як результат, отримують **нормативні (конструктивні) цілі**, що втілені в узагальному змісті ПТО та зафіксовані в типовому навчаль-

ному плані та в типових навчальних програмах професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки.

При проектуванні дидактичних цілей в межах конкретної педагогічної системи, тобто класу *ендогенних цілей* (цілей внутрішнього походження), викладач (майстер в/н) за основу повинен брати екзогенні цілі верхніх рівнів ієрархії.

При розробці змісту МПН рекомендуємо спочатку проектувати *комплексні цілі* вивчення модульного блоку (МБ), орієнтуючись на цілі, які сформульовані в модульній навчальній програмі. Потім розробляються *інтегровані цілі* вивчення кожного дидактичного модуля (ДМ), *проміжні цілі* вивчення модульних одиниць (МО) та *часткові цілі* вивчення кожного модульного елемента (МЕ) [14].

Слухачі повинні знати, що *оперативні цілі занять (уроків)* мають триплетний (потрійний) характер, тобто складаються з таких компонентів:

1. *Змістовна (навчальна) мета*, яка визначає зміст теми (в ПСН) або зміст МЕ (в ПМСН або в МСН). На відміну від *часткової мети*, яка формулюється авторами методичних рекомендацій по вивченню навчальних предметів або інтегрованого професійного курсу (ІПК), *змістовна мета* ставиться викладачем (майстром в/н) при підготовці до уроку. Змістовна мета уроку базується на змісті НМ, який конструюється викладачем (майстром в/н) та враховує інтелектуально-психологічні особливості конкретної групи учнів, існуючу матеріальну базу заняття, наявні дидактичні й інформаційні засоби навчання, власні інтелектуальні ресурси та досвід викладання й інструктування, узагальнену навчальну ситуацію, процесуальні аспекти навчання та інші чинники.
2. *Розвивальна мета*, яка визначає необхідність індивідуального розвитку учнів, формування їх особистості. Мається на увазі таке:
 - розвиток мнемонічних здібностей (розвиток пам'яті);
 - формування в учнів пізнавальних здібностей;
 - розвиток розумових здібностей (процесів міркування), а саме опанування розумовими прийомами аналізу, зіставленню, доведенню, порівнянню,

- узагальненню, абстрагуванню і конкретизації, логічного виводу, класифікації, самостійному висуванню припущень і гіпотез, їх обґрунтуванню, опанування прийомами графічного подання результатів тощо;
- опанування розумовими операціями індукції та дедукції, аналогії, переносу знань і дій в нову ситуацію, математичними перетвореннями (зокрема, швидкісна лічба), встановлення причинно-наслідкових зв'язків, зміни способу розв'язання завдання (задачі), розвиток дискурсивного мислення (міркування, базованого на власному досвіді) тощо;
 - розвиток здібностей діагностики технічних об'єктів, виявлення дефектів виробів та покращення їх функціонування, розвиток технічного мислення;
 - розвиток креативних здібностей і креативного мислення (від лат. creative - творчий), зокрема опанування загальнонауковими прийомами синтезу, генерації нових ідей, рішень, освітніх продуктів;
 - інтерпретація результатів пошукової діяльності;
 - опанування прийомами *рефлексії* – «процедури, яка включає аналіз мислення або діяльності, критичне відношення до них і пошук нової норми, що і дає можливість людині самостійно приймати рішення» [20,с.60];
 - розвиток здібностей до планування виробничих дій (прийомів, операцій, трудового процесу), конструювання виробів, опанування прийомами раціоналізаторської та винахідницької діяльності.

Належить відзначити, що в 50-х рр. ХХст. Б.Блум (B.Bloom) розробив учення про таксономію цілей навчання, тобто концепцію про систему когнітивних цілей, в якій кожна наступна мета включає попередню. Базуючись на вказаній таксономії, Дж.Андерсон і Д.Краволь доповнили когнітивну сферу психомоторною й емоційною сферами.

Як результат - модель таксономії складається із трьох сфер з послідовними рівнями розвитку учнів (сфери частково перекриваються) [44]:

- *когнітивна сфера* (знання, розуміння, використання, аналіз, синтез, оцінювання) – це ієрархія цілей розвитку мислення людини;

- *психомоторна сфера*, яка вказує шляхи і способи змін у процесі оволодіння навчально-виробничими діями: імітація (наслідування або копіювання) учнем дій, слідування інструкції, розвиток точності (чіткості), інтегрування схожих умінь, доведення вмінь до автоматизму (навички);
- *емоційна сфера*, яка вказує на послідовні зміни почуттів: сприйняття інформації (стимулу), відповідь (реакція), оцінювання цінності (розуміння і дія), організація власної системи цінностей, засвоєння системи цінностей.

3. **Виховна мета**, яка необхідна для формування в учнів позитивних трудових, соціальних, моральних й естетичних якостей.

Проектування дидактичних цілей є досить нетривіальне, складне завдання, пов'язане з елементами неповноти, невизначеності, неточності, розпливчатості розглядаємих навчальних ситуацій і знань про них, що пов'язане з необхідністю передбачення розвитку конкретної навчальної ситуації (можливих змін у педагогічній системі та зовнішньому середовищі). Як показав І.П.Підласий [27], у процесі навчання діє понад 300 різних суб'єктивних чинників і об'єктивних факторів (стабільних і змінних), врахувати які загалом практично неможливо.

При проектуванні **змістовних цілей** заняття (уроку) викладачу (майстру в/н) достатньо здорового глузду, певного педагогічного досвіду, інтуїції, відомостей про зміст ОКХ випускника ПТНЗ та знань змісту професійно-теоретичної й професійно-практичної підготовки кваліфікаційного робітника певної професії та визначеного освітньо-кваліфікаційного рівня.

Проектування **виховних цілей** вимагає від викладача (майстра в/н) знань основ педагогічної та вікової психології, зокрема про індивідуальні психічні властивості учнів (інтелектуальну, психомоторну й емоційно-вольову сфери, риси характеру, типи темпераменту тощо), психічні процеси сприйняття учнями навчальної інформації, осмислення, закріплення та використання знань тощо. Неабияку роль відіграє наявність певного досвіду роботи з підлітками.

Найбільшу трудність має проектування **розвивальних цілей занять** зважаючи на унікальність кожної особистості, наявності індивідуальних відмінностей, різних генетичних задатків, здібностей, нахилів і темпів розвитку учнів,

внутрішніх мотиваційних чинників, когнітивних стилів тощо. Розроблення цих цілей потребує не тільки певного рівня професійно-педагогічної компетентності викладача (майстра в/н), але й наявності адекватної моделі розвивальних цілей професійної підготовки.

Модель Блума при всіх її позитивних ознаках (відтворюваність для теоретичних задач з дискретно наростаючою складністю, відображенням базових мнемонічно-розумових процесів, наявністю процедури оцінювання, як компоненти рефлексії) не може служити основою для формування розвивальних цілей професійної підготовки. Це пов'язано з наявністю чітких переходів між категоріями моделі (*знання → розуміння → використання → аналіз → синтез → оцінювання*), відсутність неперервності або перекриття категорій (включеність попередньої категорії у наступну не еквівалентно неперервності, тобто поступового нарощування ознаки), відсутність таких субпроцесів засвоєння знань, як сприйняття, осмислення, усвідомлення, запам'ятовування, узагальнення, систематизація і повторення, а також відсутність гнучкості в процесах ситуаційного управління діями учнів при розв'язанні ними складних завдань. Окрім цього, модель Блума не враховує широкий діапазон екстенсивного виявлення розуміння («рівні розуміння»), так і його рівнів інтенсивності («ступені розуміння»).

У зв'язку з тим, що план уроку пишеться викладачем (майстром в/н) напередодні, то є очевидні труднощі завбачення навчальної ситуації, а також її впливу на уроці. Тому оперативні цілі заняття (уроку), які сформульовані викладачем (майстром в/н) напередодні повинні бути скориговані на початку заняття (після організаційної частини та повідомлення теми уроку). При цьому враховуються непередбачені зміни складу групи учнів, їх настроїв, мотиваційні спонукання, інтерес до змісту наступних повідомлень викладача або показу виробничих прийомів майстром. Враховуються також метеорологічні фактори середовища, настроїв і психічний стан викладача (майстра в/н), працездатність учнів, дієздатність обладнання та приладів тощо.

Виходячи з вказаних обставин автором запропонований термін **«ситуаційні цілі заняття»**, сенс якого в адекватності сформульованих цілей заняття навчальним ресурсам, наявній навчальній ситуації та процесуальним аспектам навчання [12]. Процес навчання, - підкреслює А.І.Яблонський, - «...повинен розглядатися не тільки як процес досягнення мети..., але й як процес послідовного уточнення самої мети» [51,с.281].

Ситуаційні цілі уроку конкретизовані до рівня очікуваної від учнів конкретної діяльності у визначеній навчальній ситуації чи перебігу ситуацій, тобто встановлюють не тільки *що повинні*, але й *чого реально можуть* досягнути учні (**принцип операціоналізації цілей**). Іншими словами, вказані цілі акумулюють не тільки потенційну але й актуальну складові реалізації управлінських здатностей викладача (майстра в/н). Вони враховують динамічність як педагогічної системи, так і зовнішнього середовища, а також над системи (над система включає педагогічні системи та зовнішнє середовище).

Систему дидактичних цілей у вигляді ієрархічної структури наочно зображують у вигляді орієнтованого графа **«дерево цілей»**. Коренем «дерева» є генеральна мета (перший, вищий рівень ієрархії). Цілі другого рівня зображені у вигляді вершин графа, які з'єднані з верхньою вершиною орієнтованими ребрами (дугами). Вершини третього рівня ієрархії орієнтовано зв'язані з вершинами другого рівня і т.д. На рис. 3 не показані всі дуги (гілки дерева).

У традиційній (предметній) системі навчання ієрархія дидактичних цілей така: генеральна мета ПТО → стандартизовані цілі ПТО → нормативні цілі професійно-практичної та професійно-теоретичної підготовки, які задані в навчально-програмній документації → цілі вивчення навчальних предметів → цілі вивчення розділів → цілі вивчення тем → цілі занять (оперативні або ситуаційні).

Слухачі повинні знати, що при розробці ієрархічної структури дидактичних цілей необхідно дотримуватися ряд **вимог**, серед яких найбільш значущі такі:

1. Поле цілей упорядковано за відношенням «рід-види» шляхом декомпозиції на ієрархічні рівні. Цілі нижчого рівня повинні бути підпорядковані цілям верхнього рівня. Інформація процесу управління, що входить у «рід» успадковується метою, що входить у «вид», а це дозволяє ліквідувати дублювання цілей.
2. Цілі одного рівня повинні бути зіставлявані за масштабом і значущістю, (тобто вони альтернативні), хоча на кожному рівні встановлюються пріоритети у відповідності з певними критеріями та ваговими коефіцієнтами. Ця вимога суттєва при проектуванні найбільш конкретних дидактичних цілей – часткових і ситуаційних. Вона враховує нерівнозначність для професійної підготовки «еталонних» цілей.
3. При переході від верхніх рівнів до нижчих «жорсткі» моделі цілей поступово замінюються на «м'які», тобто детерміновані цілі трансформуються у гнучкі цілі.

Розроблення цілей в межах МПН доцільно на основі подання НМ у вигляді різних рівнів складності. Багаторівневність змісту модульних елементів відображає стандартизовані розряди робітничої кваліфікації. НМ 1-го рівня складності (базовий) відповідає 3-му кваліфікаційному розряду кваліфікаційних робітників, 2-й рівень – 4-му розряду, а 3-й рівень – 5-му розряду. Відповідно стратифіковані часткові цілі вивчення модульного елемента «Занулення».

Мета змістовна (навчальна): коли Ви вивчите цей модульний елемент, Ви будете знати:

- елементарні відомості про занулення електроустановок (1-й рівень або 3-й кваліфікаційний розряд);
- сутність занулення, схематичне рішення, принцип дії та обмеження, які обумовлені діючими Правилами будови та Правилами безпечної експлуатації електроустановок (2-й рівень або 4-й кваліфікаційний розряд);
- конструктивні особливості, фізичний механізм і математичні моделі функціонування занулення (3-й рівень або 5-й кваліфікаційний розряд).

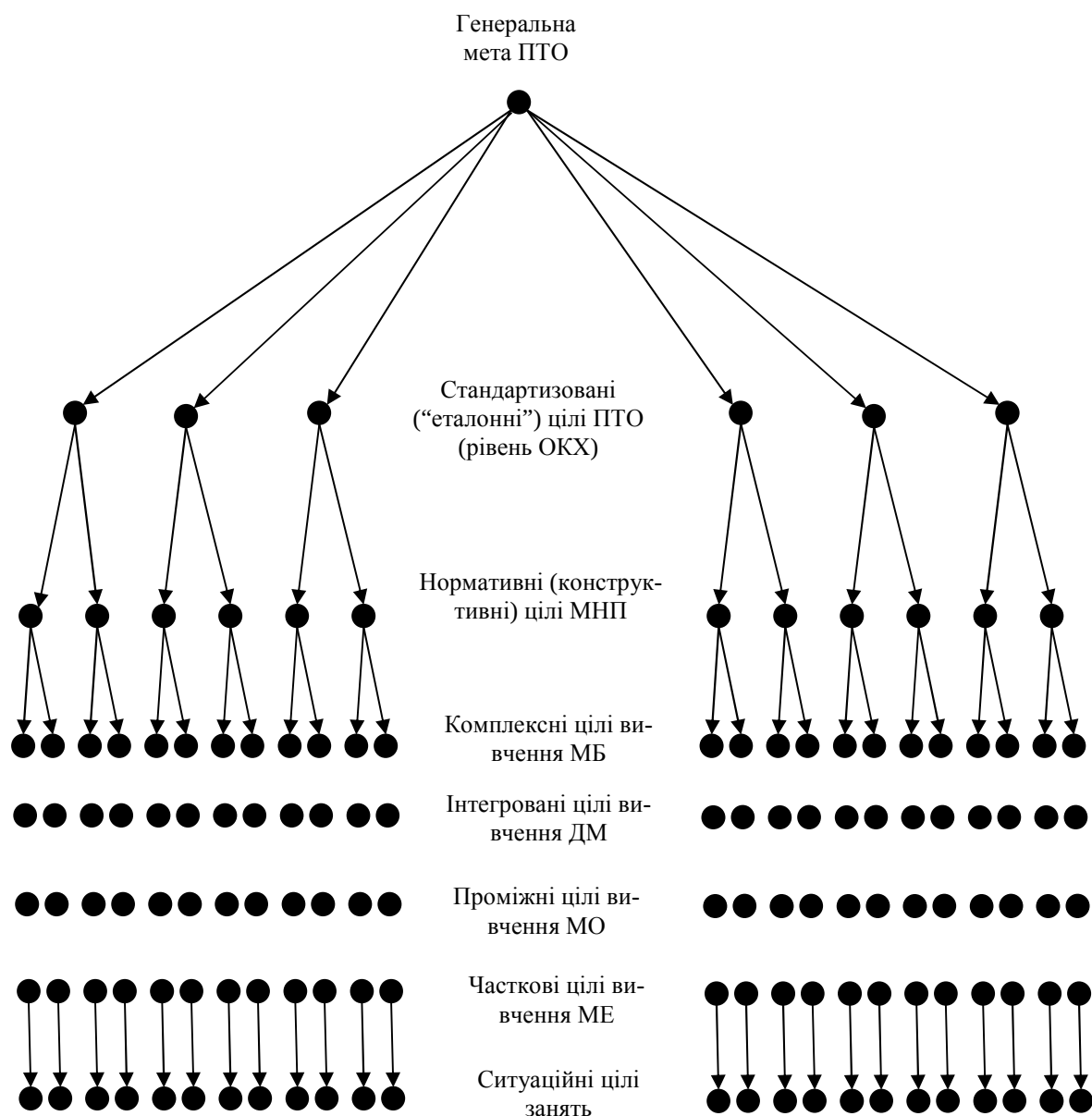


Рис. 3. Схематична модель орієнтованого графа "дерево цілей"
модульного професійного навчання

Мета розвивальна: коли Ви вивчите цей модульний елемент, Ви будете вміти:

- правильно відтворювати схему занулення діючих електроустановок і виконувати елементи занулення (1-й рівень);
- точно і швидко виконувати елементарні розрахунки, цілісний монтаж і контроль дії схеми занулення (2-й рівень);

- *самостійно проводити повний розрахунок проекту системи занулення електроустановок, підбирати нульові захисні провідники і пристрої максимального струмового захисту, забезпечувати безпечну експлуатацію занулених електроустановок відповідно до діючих Правил (3-й рівень).*

Мета виховна: коли Ви вивчите цей модульний елемент, Ви будете:

- *мати сформовану мотивацію, що для життя людини становить небезпека експлуатації незанулених електроустановок у мережі з глухозаземленою нейтраллю джерела живлення (1-й рівень);*
- *правильно підбирати пристрої максимального струмового захисту, щоб забезпечити безпеку людей (2-й рівень);*
- *навчати менш кваліфікований персонал правилам безпечної поведінки при експлуатації зануленого електрообладнання (3-й рівень).*

При проектуванні цілей занять (уроків) за основу беруть часткові цілі вивчення МЕ (теми) та враховують *навчальну ситуацію* – сукупність показників якості педагогічної системи і зовнішнього середовища на початку уроку, які можуть чинити вплив (позитивний або/і негативний) на виконання функцій системи при досягненні заданих цілей. Очевидно викладач (майстер в/н) повинен знати основні ознаки цілей заняття. На жаль, в педагогічній літературі автори по різному трактують ці ознаки. Пропонуємо слухачам обґрунтовані нами *основні ознаки ситуаційної мети заняття (уроку).*

Ситуаційна мета повинна бути [12]:

- 1) *мотивованою і професійно привабливою, щоб конкретизувати і посилювати настанови навчальної діяльності;*
- 2) *правильною, тобто логічно побудованою, ясно і недвозначно сформульованою, адаптованою до нормативних вимог ОКХ, зрозумілою учням і реально досяжною;*
- 3) *чіткою або точно визначеною, тобто вираженою числом або сформульованою вербально (словесно) без багатозначних слів з невеликим обсягом інформації за допомогою складнопідрядних рішень, в яких кожне підрядне*

речення має значення мети, наслідку, образу дії, умови дії, причини дії, міри чи ступеня дії;

- 4) *варіативною* (здатною до змін) і *динамічною* (здатною до розвитку) порівняно з цілями вищих рівнів ієрархії, від яких вона залежить;
- 5) *реалістичною або інструментальною* (від лат. instrumentum - знаряддя), що передбачає наявність адекватних засобів її досягнення;
- 6) *діагностичною*, що передбачає формулювання цілей заняття через можливі результати навчання, виражені в діях учнів, які можна оцінити в бальній (порядковій) шкалі, або виміряти в інтервальній шкалі;
- 7) сформульованою з *врахуванням певної моделі засвоєння знань і способів діяльності* (В.П.Беспалько, Б.Блума та інших), що дозволяє здійснити переведення мети заняття в тестові завдання, тобто реалізувати перевірку результатів діяльності учнів.

5. Проектування структури уроків теоретичної та професійно-практичної підготовки

Поняття «**структура**» (від лат.structura – будова, розташування, порядок) – сукупність стійких зв'язків об'єкта, що забезпечують його цілісність і тотожність самому собі, тобто збереження основних властивостей (ознак) при різних зовнішніх та внутрішніх змінах. Властивості (ознаки) структури: цілісність, стійкість, адаптивність [18].

Вказане поняття відноситься для матеріальних, матеріалізованих, абстрактних й ідеалізованих об'єктів. Раніше ми розглядали ієрархічну структуру цілей професійної підготовки (абстрактний об'єкт), який звично зображається в матеріалізованому вигляді – на аркуші паперу.

Майже чотири століття пройшло з того часу, коли Я.А.Коменський обгрунтував значення та сутність класно-урочної форми («системи») навчання. Геніальним дидактом запропонована **структура уроку теоретичного навчання**, яка з часом майже не застала змін і має в термінах сьогодення такий універсальний характер:

- організаційна частина;
- повідомлення теми уроку та цілепокладання (формулювання мотивів і цілей уроку);
- актуалізація особистісних знань учнів;
- викладання нового НМ, формування нових особистісних знань в учнів;
- застосування особистісних знань на практиці (виконання вправ, завдань, задач), формування теоретичних умінь;
- підведення підсумків уроку, оцінювання роботи учнів;
- видача домашнього завдання.

Слухачі можуть детально познайомитися з вимогами до змісту структурних елементів уроку теоретичного навчання (т/н), аналізом проведення уроку, використавши методичні рекомендації [50]. Відзначимо лише, що **ефективність уроку т/н** залежить від скоординованості дій викладача й учнів, та вико-

ристаних засобів і методів навчання. *Результативність уроку* переважно залежить від ступеня активності учнів, їх самостійності й усвідомленості дій, а також від середнього рівня їх внутрішньої позитивної мотивації, який лежить у діапазоні, обмеженому мінімальним і максимальним рівнями, відповідно до закону Йєркаса-Додсона.

Виробниче навчання (в/н) існує трохи більше 100 років, а фундаментальні дослідження психомоторних дій проведені лише в 40-50pp. ХХст., тому у дидактиків не склалися єдині уявлення (умовно прийнята згода) про структуру уроків в/н. Це пов'язано не тільки з різними системами виробничого навчання, різними типами уроків, їх цільовим призначенням та відносною складністю: уроки виконання тренувальних вправ, уроки виконання простих комплексних робіт, уроки виконання складних комплексних робіт, уроки-проекти тощо.

Під *"структурою уроку в/н"* розуміють "...визначену послідовність кроків, етапів процесу діяльності майстра й учнів, спрямованих на виконання навчально-виробничих завдань уроку" [41,с.28]. Кожний зі структурних компонентів уроку має своє визначене завдання, а всі вони разом взяті спрямовані на досягнення головної мети уроку в цілому. У той же час "...кожен структурний елемент уроку має свою внутрішню будову і зміст, обумовлені тими способами і засобами, за допомогою яких вирішуються навчально-виховні, навчально-пізнавальні, навчально-виробничі завдання на кожному його етапі" [41,с.29-30].

Будемо розуміти під *"етапами" уроку* логічно завершені його частини (компоненти), що мають визначене завдання і зміст, а також відображають змістовну й операційну (процедурну) сторони процесу навчання (взаємозалежну діяльність майстра й учнів).

Оригінальний підхід до структурування уроку в/н запропонував В.А. Скакун [41]. Він виділив зовнішню структуру уроку, а також його дидактичну структуру, які взаємозалежні як ціле і частина. Дидактична структура уроку більш варіативна (мінлива) у порівнянні з зовнішньою (аналог змісту і форми).

До зовнішньої структури уроку відноситься:

- **організаційна частина** (3-5 хв.);
- **вступний інструктаж**, тобто підготовка учнів до майбутньої роботи (30-45 хв.);
- **основна частина уроку**: вправи або навчально-виробнича робота (НВР) учнів і поточне інструктування учнів майстром (280-290 хв.);
- **заключний інструктаж**, тобто підведення підсумків уроку (15-20 хв.).

Звертаємо увагу слухачів на термінологію. Словосполучення "**поточний інструктаж**", що має місце в методичній літературі неправильний в принципі. "**Інструктаж**" - це структурний (формальний) елемент уроку в/о: вступний, заключний.

Як обґрунтував В.А.Скакун [40;41], в основній частині уроку інструктажу власне немає, а є тільки:

- а) **навчально-виробнича діяльність учня (учіння)** – систематична, свідомо і цілеспрямована навчально-продуктивна праця учнів по формуванню вмінь і навичок, що виявляється у виконанні виробничих прийомів і операцій, виготовленні виробів, регулюванню, налагодженню механізмів, ремонтних роботах і т.п.;
- б) **навчаюча діяльність майстра – інструктування (аналог викладання)**. Можна говорити "...про інструктування вступне, поточне (індивідуальне і колективне), заключне" [40,с.40].

Можна виділити основні етапи (компоненти) інструктування:

- прогнозування чи передбачення;
- перспективне стратегічне і тактичне планування;
- організація навчального процесу - "створення умов для успішного вирішення учнями навчально-пізнавальних і навчально-виробничих завдань" [40,с.41], а також створення та підтримка в учнів ООД;
- управління майстром в/н процесом навчання, тобто навчально-пізнавальною

і практичною діяльністю учнів і власною діяльністю (інструктуванням) шляхом реалізації й оперативного урахування інформації, що йде по каналах прямого і зворотного зв'язків;

- облік виконання навчального плану і програми в/о, облік відвідування;
- контроль ходу та підсумків навчально-виробничого процесу (поточний, проміжний і вихідний контроль).

Дидактична структура уроку в/о відповідає за формою зовнішній структурі та традиційним етапам процесу професійного навчання. Можна виділити найбільш типову дидактичну структуру уроку в/о, яка складається з трьох абстрактних підсистем, що відповідають вступному інструктажу, основній частині уроку та заключному інструктажу:

ВСТУПНИЙ ІНСТРУКТАЖ

1. Мотиваційно-цільова підсистема уроку.

1.1. Повідомлення теми і формулювання цілей уроку.

1.2. Мотиваційна установка (оцінювання значення даної теми для освоєння професії).

1.3. Актуалізація знань і досвіду учнів, необхідних на даному уроці.

Формування ООД.

1.4. Розбір документів письмового інструктування та технічних вимог до навчально-виробничої роботи (НВР).

1.5. Демонстрація зразків (результатів) НВР (необов'язкова складова).

1.6. Ознайомлення учнів з матеріально-технічною й інструментальною базою уроку.

1.7. Ергономічні вимоги при виконанні НВР (пояснення індивідуальної сумісності учня та засобів навчально-виробничої роботи, показ способів раціональної організації робочого місця і вимог до спецодягу учнів).

1.8. Пояснення і показ раціональних прийомів і способів виконання *завдан-
ня*, тобто виробничої операції чи комплексу операцій: у робочому темпі, потім в уповільненому і знову в робочому темпі.

1.9. Пояснення методів контролю якості виконаних робіт.

1.10. Пояснення порушень **мотиваційної частини дій** – небажання учнів якісно і сумлінно виконувати визначені виробничі дії.

1.11. Пояснення порушень **орієнтаційної частини дій** – прийомів прогресивного, безпечного і нешкідливого виконання роботи (навчання технологічній або виробничій дисципліні, правилам будови та технічної експлуатації обладнання і машин, правилам охорони праці і передовим методам роботи).

1.12. Пояснення порушень **виконавчої частини дій**, що призводить до типових дефектів, браку та навчально-виробничим помилкам, у т.ч. тих, що призводять до травм, а також способів їхнього попередження й усунення, з огляду на питання самоконтролю.

1.13. Перевірка засвоєння учнями матеріалу вступного інструктажу.

1.14. Пробне виконання учнями прийомів і способів роботи, показаних майстром.

1.15. Видача завдань учням, повідомлення учнівських норм часу і критеріїв оцінок, розподіл їх за робочими місцями.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА УРОКУ

Освоєння трудових прийомів учнями:

2.1. Формування (відпрацьовування) нових способів дій учнями.

2.2. Застосування (закріплення, розвиток, поглиблення) освоєних способів дій.

2.3. Оволодіння прийомами і методами самоконтролю.

Реалізація функцій інструктування, нагляду та контролю.

2.4. Нагляд і контроль з боку майстра за діями учнів.

2.5. Обходи робочих місць:

- а) перевірка правильності організації робочих місць і дотримання правил охорони праці;
- б) перевірка правильності виконання учнями трудових прийомів і операцій;
- в) перевірка вмінь користування учнями інструкційно-технологічною документацією;

- г) надання допомоги учням у налагодженні обладнання;
- д) міжопераційний контроль;
- е) приймання та оцінювання робіт.

3. ЗАКЛЮЧНИЙ ІНСТРУКТАЖ

- 3.1. Аналіз навчально-виробничих успіхів і характерних недоліків у роботі учнів.
- 3.2. Обґрунтування загальних оцінок якості виконаних робіт.
- 3.3. Виховний момент (дбайливе відношення учнів до устаткування, обладнання й інструментів, дисципліна учнів, їх активність, увага і т.п.).
- 3.4. Видача домашнього завдання.
- 3.5. Самоаналіз підсумків уроку майстром (співвідношення результату уроку і поставленої мети, ефективність уроку, цінні "знахідки" та недоліки на уроці, шляхи удосконалювання уроків і т.п.).

Сформулюємо декілька зауважень:

- 1. Відсутність методичних стандартів призводить до певної «свободи» в проектуванні структури уроку в/н. Проте в дидактичній структурі уроку повинні бути три компоненти: вступний інструктаж, основна частина уроку, заключний інструктаж.
- 2. У вступному та заключному інструктажах діяльність майстра в/н домінує над діяльністю учнів (функції майстра в/н визначаються термінами «пояснення», «показ», «повідомлення», «аналіз», «обґрунтування» тощо), в основній частині уроку – навпаки (функції майстра в/н визначаються термінами «нагляд», «контроль», «перевірка», «інструктування», «допомога»).
- 3. Пункт 1.11 важливий для підготовки учнів за професіями електроенергетичного профілю не тільки на уроках в/н, але й на виробничій і переддипломній (передвипускній) практиці. Це пов'язано з відносно великими ризиками навчально-виробничої діяльності учнів в електроустановках.

Тому навчання учнів виробничій (технологічній) дисципліні на конкретному робочому місці повинно передувати вивченню Правил будови електроустановок і Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів. Лише потім вивчаються Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів і прогресивні методи роботи по обслуговуванню та ремонту електрообладнання.

Вимоги до змісту структурних елементів уроку в/о докладно викладено в навчальній і методичній літературі [8; 40]. Варто звернути увагу читачів на відмінність цілей, змісту і методів (прийомів) інструктування на уроках при виконанні комплексних робіт і на уроках при вивченні операцій. Важливий розгляд типових помилок, недоліків і утруднень учнів, що зустрічаються при виконанні вправ, відпрацьовуванню трудових прийомів, операцій і виконанні робіт комплексного характеру.

6. Проектування змісту професійної підготовки на рівні навчально-програмної документації

У зв'язку з відсутністю методичних стандартів у ПТО існують різні уявлення про сутність *навчального матеріалу* (НМ). Належить розрізняти поняття «зміст професійного навчання» та «зміст професійної освіти». Як показав Б.С.Гершунський [5], перше поняття текстуально зафіксовано в згорнутому вигляді в навчальних програмах, а друге – це результат процесу учіння (діяльності учнів), коли зміст навчання переходить у нову якість – у зміст освіти, основу якого складають особистісні знання, вміння та навички.

В *ОКХ випускника ПТНЗ* розглядається зміст професійної освіти в узагальному вигляді, тобто відображаються цілі загальнотехнічної та професійної підготовки, визначаються основні вимоги до кваліфікованого робітника певної професії та освітньо-кваліфікаційного рівня, його місце в структурі господарства держави. ОКХ випускника є вербальною моделлю професії, яка відображає сутність соціального заказу на підготовку кваліфікованих робітників певного профілю, визначає зміст і структуру професії, рівні професійної освіти та терміни навчання, розкриває зміст і умови трудової діяльності, вимоги до загальної, політехнічної і професійної підготовки, психофізичні вимоги й обмеження, медичні вимоги професійної придатності.

У системі стандартів вищої освіти [10], термін «*зміст освіти*» трактується як обумовлені цілями та потребами суспільства вимоги до системи знань, умінь і навичок, світогляду та громадянських і професійних якостей майбутнього фахівця, що формуються у процесі навчання з урахуванням перспектив розвитку науки, техніки, технології та культури. Зміст освіти, як педагогічна модель соціального заказу, зверненого до професійної школи, має своїм джерелом *соціальний досвід*, яким володіють старші покоління.

І.Я.Лернер виділив чотири *основні елементи у складі соціального досвіду* [17]:

- 1) знання про природу, суспільство, техніку, людину, способи діяльності;

2) досвід здійснення відомих суспільству способів діяльності як інтелектуального, так і практичного характеру, який втілюється в уміннях і навичках;

3) досвід творчої діяльності, втіленого в особливих інтелектуальних процедурах, покликаний забезпечити готовність до пошуку вирішення нових проблем, творчого перетворення дійсності;

4) досвід емоційно-ціннісного відношення до дійсності.

Зміст професійної освіти – система знань, умінь, навичок, рис творчої діяльності, світоглядних і поведінських якостей особистості, які обумовлені вимогами суспільства до робітників відповідної кваліфікації та профілю [5]. Звертаємо увагу слухачів, що зміст освіти є похідним від змісту соціального досвіду, тому що він проектується як педагогічна модель соціального заказу. Переформулюємо визначення, яке подано в монографії [5].

Зміст професійного навчання – педагогічно обґрунтована, логічно упорядкована та текстуально зафіксована в навчальних програмах наукова інформація професійної спрямованості, яка подана в згорнутому вигляді та визначає зміст навчаючої діяльності педагогів і навчально-пізнавальної та навчально-виробничої діяльності учнів з метою опанування всіма компонентами змісту професійної освіти відповідного рівня та профілю.

Зміст професійного навчання розкривається в чотирьох документах [28;31]:

1. **Типовий навчальний план за професією** – нормативний документ, який встановлює перелік і обсяг видів підготовки (загальноосвітньої, загальнопрофесійної та професійної), їх розподіл по навчальним тижням і півріччям, регламентує взаємозв'язок між навчальними предметами, професійною і загальноосвітньою підготовкою майбутніх робітників.
2. **Робочий навчальний план**, який розробляється на основі типового навчального плану, типової базисної структури (Наказ №295 Міністерства освіти і науки України від 13.04.2004р.), Державних стандартів ПТО (Наказ №632 від 23.08.2006р. Міністерства освіти і науки України «Про затвердження державних стандартів ПТО з конкретної професії». Робочий

навчальний план складається з графіку навчального процесу, зведеної відомості за бюджетом часу (в тижнях), плану навчального процесу, переліку основних майстерень, лабораторій, кабінетів, а також поетапної атестації учнів на кваліфікаційні розряди. Відповідно до Державного стандарту ПТО 7241.1 «Електромонтер з ремонту й обслуговування електроустаткування» формується *План навчального процесу*. У цьому плані, зокрема, є такі види підготовок на здобуття професійної освіти, як загальнопрофесійна, професійно-теоретична та професійно-практична. Належить відзначити, що аналітичний розгляд окремих сторін (аспектів) діяльності краще за все забезпечується «...предметною структурою навчального плану і подальшим розчленуванням кожного предмета на теми...» [44,с.185]. Вказане відноситься до ПСН. Слухачам належить знати, що типовий і робочий навчальні плани відповідають першому рівню формування змісту професійного навчання – *рівень загального теоретичного уявлення*, на якому фіксується зміст навчання як проект, що відображає дисциплінарну структуру науки у вигляді сукупності навчальних предметів і зміст професійно-практичної підготовки (виробниче навчання, виробнича практика, передвипускна практика).

3. **Типові навчальні програми.** Освітньо-професійна програма підготовки кваліфікованого робітника – державний нормативний документ, в якому узагальнюється зміст навчання, встановлюються вимоги до змісту, обсягу та рівня освітньої та професійної підготовки кваліфікованого робітника за певною професією визначеного освітньо-кваліфікаційного рівня. Навчальна програма встановлює зміст окремих розділів і тем, а також проміжки часу, які відводяться на їх вивчення. Навчальна інформація, яка зафіксована в навчальній програмі, подається в «згорнутому», «стисненому», узагальненому, логічно упорядкованому та педагогічно обґрунтованому вигляді. При проектуванні навчальних програм навчальних предметів необхідно враховувати основні *міжпредметні зв'язки*.

4. **Робочі навчальні програми.** Робоча навчальна програма з навчального предмета – це документ, що визначає зміст і обсяг знань та вмінь учнів. Робоча навчальна програма з професійно-практичної підготовки – це документ, що визначає зміст і обсяг професійних умінь і навичок учнів, а також способи і методи їх формування, включає завдання особистісно-орієнтованого навчання [28;48]. При проектуванні змісту робочих навчальних програм необхідно відображати зміни, притаманні відповідній галузі виробництва чи сфери послуг, а також враховувати пропозиції замовників робітничих кадрів. Як відображено в Концепції розвитку професійно-технічної (професійної) освіти в Україні [11], зміст професійної освіти повинен мати випереджувальний характер і постійно оновлюватися з урахуванням динамічних змін в галузях економіки та регламентуватися державними стандартами. Освітньо-професійні програми проектуються з урахуванням галузевої та регіональної специфіки на кожному ступені навчання, наступності з повною загальною середньою та вищою освітами. Необхідно посилити питому вагу виробничого навчання у професійній підготовці кваліфікованих робітників. Варіативність і гнучкість освітньо-професійних програм забезпечується відповідно до змін на ринку праці та попиту на робочу силу певного професійного напрямку та певного кваліфікаційного рівня.

На основі робочого плану та робочої навчальної програми з навчального предмета професійно-теоретичної підготовки викладач розробляє **поурочно-тематичний план** – це перелік тем, розподіл їх на уроки відповідно до робочої навчальної програми. Поурочно-тематичний план дозволяє структурувати зміст теми на уроки в логічному порядку. При цьому *тема*, як структурно-змістовна одиниця навчального предмета (навчальної програми) співвідноситься з *уроками*, як організаційними формами навчання. Урок має свою тему («тема уроку») і свої завдання. З огляду на те, що урок є часовою одиницею процесу навчання, то він також є змістовною одиницею навчального предмета. Форма поурочно-тематичного плану має рекомендаційний характер. У темі навча-

льної програми зазначають вивчаємі теорії, закони, поняття, технічні об'єкти, матеріали, виробничі процеси тощо. Тема програми включає від одного до декількох уроків. Відзначимо, що методично правильно використовувати терміни **«зміст професійного навчання»** та **«зміст навчального матеріалу»**. Перший термін відноситься до теми програми, а другий – до теми уроку.

На основі поурочно-тематичного плану викладач складає *план уроку теоретичного навчання*, а також *план проведення лабораторно-практичного заняття*. Вони відображають зміст, логіку, порядок організації та виконання завдань (задач) учнями.

Основним плануючим документом з виробничого навчання є **перелік навчально-виробничих робіт (НВР)**, який складається на семестр, курс підготовки майстром в/н враховуючи загальнодидактичні, навчально-технічні та навчально-технологічні вимоги до вивчення виробничих прийомів і операцій, до вправ, які виконуються на тренажерах, до виконання комплексних робіт. Фрагменти Переліків НВР наведені в Додатку 1.

План виробничого навчання групи складається майстром в/н на місяць на основі робочої навчальної програми професійно-практичної підготовки, переліку НВР для даної професії та фонду зведеного часу на навчально-виробничу діяльність. Цей план встановлює конкретний зміст, послідовність й організацію виконання навчально-виробничих завдань для групи учнів.

За умови, коли є недоцільним одночасне навчання учнів однаковим видам робіт на постійних робочих місцях, складається **графік переміщення учнів по робочих місцях**.

У додатку 2 наведені графіки переміщення учнівських бригад при вивченні однієї із тем програми (А), графік переміщення частини учнівських бригад (Б) і графік переміщення учнівських бригад за виробничими об'єктами (ділянками, цехами) при навчанні учнів в умовах виробництва (В).

7. Проектування змісту професійної підготовки на рівні навчального матеріалу

На основі вищеописаного, читачі можуть зробити висновок, що проектуємий зміст професійної підготовки кваліфікованих робітників формується в рамках системних уявлень. Тому раціонально виділити таку *ієрархію рівнів змісту професійного навчання* як проекту:

1. *Рівень загального теоретичного уявлення* (типовий і робочий навчальні плани професійної підготовки).
2. *Рівень типових і робочих програм навчальних предметів і професійно-практичної підготовки.*
3. *Рівень навчального матеріалу (НМ).*
4. *Рівень процесу навчання або реалізації змісту навчання безпосередньо в діяльності учнів.*
5. *Рівень свідомості учня, який засвоїв зміст навчання.*

Рівень навчального матеріалу – це рівень конкретного змісту навчання, який отримується шляхом «розгортання» вихідних положень, текстуально зафіксованих у навчальних програмах у «стисненому» вигляді.

Зважаючи на відсутність цілісної педагогічної теорії формування змісту професійного навчання на сьогодні, можна виділити лише принципи організації НМ і деякі концепції його розроблення.

В монографії [44] наведені ***принципи організації навчального матеріалу***, які подаємо в нашій інтерпретації з деякими авторськими доробками:

1. *Принцип етапності*, тобто розчленування НМ на частини: дрібні (в програмованому навчанні), посередні (в традиційній предметній системі навчання), укрупнені (в модульній чи предметно-модульній системах навчання).

2. *Принцип обмеження*, відповідно до якого кожна виділена частина НМ повинна являти собою відносно закінчену змістовну, логічну, смислову та методичну єдність.

3. *Принцип зростаючої складності*, базований на положенні про єдність навчання і розвитку (об'єктивна складність НМ відповідає суб'єктивній труднощі його засвоєння учнем).

4. *Принцип зв'язку нового зі старим* – нові поняття вводяться, визначаються на основі «старих», тобто попередньо вивчених учнями.

5. *Принцип координації*, тобто встановлення зв'язків теоретичного НМ з реальними виробничими та трудовими процесами, а також проблемами.

6. *Принцип акцентування*, тобто виділення найбільш важливої навчальної інформації у змісті НМ.

7. *Принцип дидактичної цінності*, тобто диференціації організації НМ в залежності від дидактичних цілей, від методів діяльності педагога й учнів, від засобів навчання тощо.

8. *Принцип відповідності НМ* потребам підготовки кваліфікованих, компетентних і конкурентних на ринку праці робітників.

9. *Принцип врахування єдності змістовної та процесуальної сторін навчання*, у відповідності з яким зміст навчання не може реально існувати поза процесом навчання.

10. *Принцип різноманітності джерел НМ*: окрім змісту програм і навчальних підручників використовуються досягнення фундаментальних наук, новини науково-технічного прогресу, передовий виробничий досвід, власний досвід педагога тощо.

11. *Принцип залежності проекту змісту навчання на рівні НМ від домінуючих зовнішніх (педагога) і внутрішніх (учнів) середньостатистичних мотивів*.

12. *Принцип врахування психічних закономірностей засвоєння НМ* учнями.

13. *Принцип врахування динаміки взаємопов'язаної діяльності педагога (викладання, інструктування, виховання, процес управління засвоєнням знань тощо) і діяльності учнів (учіння)*.

Існують різні дидактичні підходи до визначення та трактування НМ [31;32;35;43;44;45].

Навчальний матеріал це:

- конкретне, предметно-виражене втілення (фіксація) різних видів змісту освіти, що відповідають чотирьом компонентам соціального досвіду, яке підлягає засвоєнню учнями за певний проміжок часу;
- логічно завершена сукупність, якою може бути навчальний курс, навчальний предмет або їх структурні компоненти – розділ, тема;
- належні засвоєнню знання, вміння та навички, певним чином сформульовані й описані;
- система ідеальних моделей, які використовуються в навчальній діяльності;
- смисловий інваріант, об'єднуючий у процесі навчання нормативне й індивідуальне, зовнішнє та внутрішнє, план і результат.

Як бачимо, різні автори з різних позицій дають визначення НМ, тому не спостерігається інваріантного (незмінного при певних перетвореннях) компонента. На наш погляд, ближче до істини буде таке уявлення про суть НМ, яке виходить із ієрархії рівнів змісту навчання.

За аналогією з ієрархією цілей професійної підготовки, верхні рівні змісту навчання (рівень навчальних планів і рівень навчальних програм) мають нормативний, а значить, об'єктивний характер.

Зміст професійного навчання перших двох рівнів ієрархії має загальний характер, а по відношенню до педагога - екзогенний (зовнішній). Так, як відношення між змістом навчання на сусідніх рівнях ієрархії відповідає типу *«клас-елементи» («рід-види»)* то спостерігається ускладнення змісту (в кількісному й якісному відношеннях), *зростає їх суб'єктивність* (число «степенів свободи»), зміст більше зазнає змін (швидше «старіє»), ніж зміст більш високих рівнів.

Таким чином, у НМ досягається максимальна конкретизація змісту навчання шляхом як декомпозиції змісту програм навчальних предметів професійно-теоретичної підготовки і змісту професійно-практичної підготовки, так і шляхом методичної обробки наявного змісту педагогом, включення у зміст

процесуальної складової (процесу навчання) та особистісного бачення шляхів викладання й інструктування, процесу управління навчально-пізнавальною і навчально-виробничою діяльністю учнів. Як відзначає І.Я.Лернер, зміст навчання на рівні НМ є «...головним, системоутворюючим елементом...Він визначає методи, засоби, мотиви, механізм засвоєння знань і т.ін.» [44,с.124].

Зміст професійної підготовки повинен враховувати прогнози розвитку економіки та конкретної галузі, а також тенденції розвитку предметів, засобів і змісту праці робітників з метою запобігання *принципу Пітера* [24], *що проявляється у випереджувальному характері розвитку виробничих технологій порівняно з реальним зростанням рівня компетентності робітника (фахівця).*

Зважаючи на вищевикладені умовиводи, будемо вважати, що є відміна між НМ і змістом підручника. В останньому розгортається, деталізується «згорнутий», узагальнений, номенклатурний зміст навчальної інформації, текстуально зафіксований в навчальній програмі. Тексти підручника пізнавально-теоретичного характеру здійснюють, в основному, *інформаційну функцію* завдяки наявності навчальних знань, а тексти підручника інструментально-практичного характеру – *трансформаційну функцію*, пов'язану з перетворенням, застосуванням навчальної інформації та формуванням в учнів умінь і навичок [44]. Трансформаційна функція здійснюється завдяки наявності теоретичних задач, практичних, навчально-виробничих, проектних і творчих завдань, а також опису їх реалізації-алгоритмів. Окрім цього підручники мають апарат організації засвоєння знань – наочні ілюстрації (рисунки), схеми, таблиці, список літератури, глосарій тощо.

Проектуючи зміст заняття (уроку) викладач (майстер в/н) працює зі змістом робочої навчальної програми, змістом підручників, навчальних посібників, довідників, виробничою документацією, методичними посібниками й рекомендаціями. Він адаптує конкретний зміст, що відповідає темі уроку, до *умов навчання* (матеріальна база, інтелектуальний і професійно-педагогічний ресурс педагога, рівень підготовленості навчальної групи, організаційні форми, засоби та методи навчання, мотиваційні чинники тощо).

Викладач (майстер в/н) оперує з різними типами **навчальних знань**, репрезентованих у навчальному предметі (*предметні знання*), а саме: опис фактів дійсності, зокрема, виробництва (*фактологічні знання*), наукові поняття та їх сукупність, закони (природи, техніки, технології тощо), основні положення (аксіоми, принципи), гіпотези, теорії, методи науки, наукові уявлення й образи, судження, ООД, правила, норми тощо.

На відміну від **наукових знань**, описаних на певному абстрактному (професійному) рівні, **навчальні знання** адаптовані до навчально-пізнавальної діяльності учнів, їх мнемонічно-інтелектуальних можливостей. Вони покликані описувати не тільки сутність об'єктів дійсності, пояснювати їх поведінку (функціонування та розвиток), показувати напрями і способи цілеспрямованої професійної діяльності та оцінювати результати (онтологічна, орієнтувальна й оцінювальна функції знання), але й формувати когнітивну сферу учня, науковий світогляд, зумовлювати розвиток учнів, формувати зону найближчого розвитку (С.Л.Рубінштейн, Л.В.Занков, Д.Б.Ельконін, В.В.Давидов та інші).

При засвоєнні навчальних знань учнем (сприймання, розуміння, запам'ятовування, узагальнення, систематизація та застосування [37]), вони перетворюються в **особисті (персональні) знання**. Особисті знання можливо ідентифікувати тільки тоді, коли вони проявляються у вигляді **вмінь** виконувати відповідні розумові або психомоторні дії (рис.4).

Діяльність викладача (майстра в/н) по *конструюванню змісту навчання* на рівні навчального матеріалу складається з таких **етапів**:

1. Аналіз ОКХ випускника певної професії електроенергетичного профілю.
2. Аналіз навчально-програмної документації підготовки кваліфікованого робітника за професією електроенергетичного профілю, наприклад, «Електромонтер з ремонту й обслуговування електроустаткування».
3. Аналіз предметних і навчально-виробничих знань, поданих у підручниках з конкретних навчальних предметів (електротехніка, електроматері-

алознавство, Правила будови електроустановок, Правила безпечної експлуатації електроустановок, спеціальна технологія тощо).

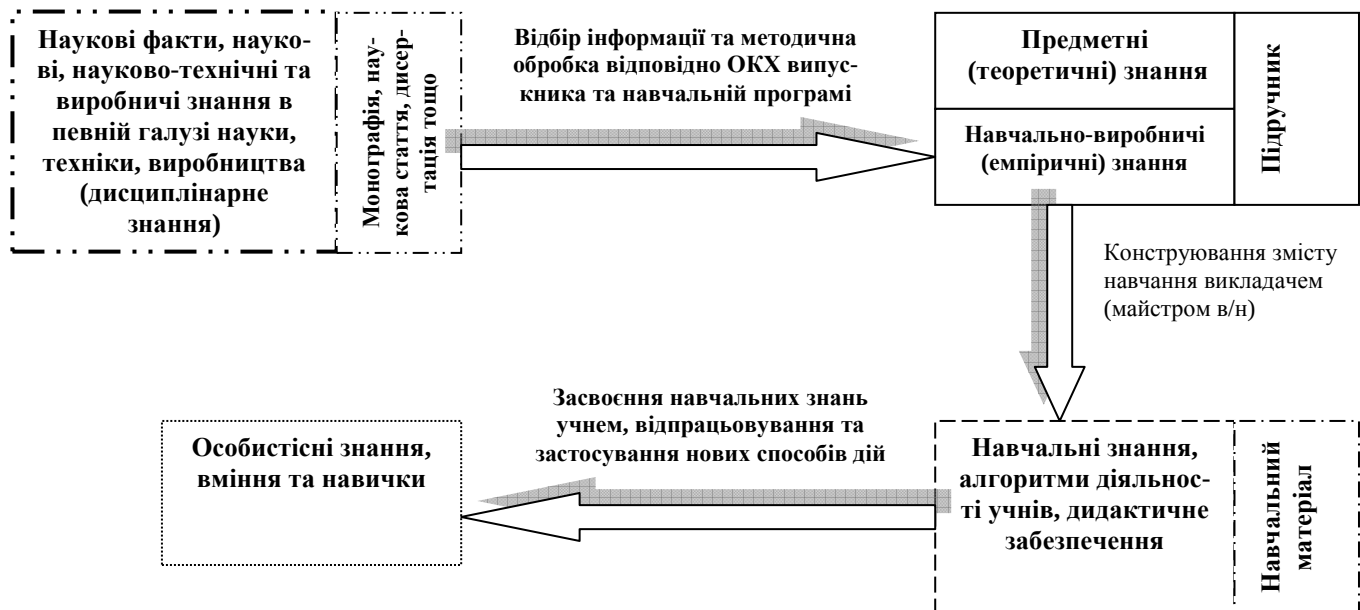


Рис.4. Етапи перетворення наукових галузевих знань в особистісні

4. Аналіз і пошук міжпредметних зв'язків у споріднених навчальних предметів з метою формування системи знань, умінь і навичок учнів.
5. «Розгортання» вихідних положень, їх конкретизація, зміна логічної структури і системи зв'язків між елементами знань, виявлення дублювання навчальної інформації тощо.
6. *Відбір нового змісту* професійного навчання на основі відповідних *принципів дидактики* (єдність змістовної та процесуальної сторін навчання, науковість, систематичність і доступність відібраної інформації, забезпечення політехнічності знань і вмінь по складним групам робітничих професій, типовість у відборі фактичної техніко-технологічної інформації) та *критеріїв відбору* (прогностичність науково-технічної та виробничої інформації, важливість і значущість інформації для професії, відповідність її «еталонним» вимогам, зафіксованим в ОКХ, педагогічна релевантність нової інформації (її доступність і посиленість, відповідність цілям навчання, часовим лімітам, а також тезаурусу, когніти-

вним і віковим можливостям учнів та їх досвіду), орієнтація на домінуючі в конкретній професії виробничі прийоми й операції, виробнича цінність навчально-виробничих робіт, їх відповідність сучасному рівню технології виробництва тощо).

7. Методична обробка наявної та відібраної науково-технічної і виробничої інформації, її адаптація до розумових здібностей і рівнів підготовленості учнів.
8. Структурування отриманої навчальної інформації, забезпечення її засобами наочності, графіками, кресленнями, таблицями тощо.
9. Формування *навчальних знань, а також алгоритмів діяльності учнів* (навчально-пізнавальних, експериментальних, навчально-виробничих, творчих тощо).
10. Розробка *дидактичного забезпечення*: практичних завдань, теоретичних задач, інструкцій, правил, прикладів розв'язку задач, розрахунку схем, пошуку несправностей і т.п., завдань тестів, контрольних запитань, веб-сайтів та інших електронних матеріалів.
11. Проектування цілей заняття (уроку) та моделювання зовнішніх мотивів.
12. Розробка елементів компетентностей та критеріїв їх оцінювання.
13. Написання плану заняття (уроку) або конспекту уроку (тезисне написання *навчального матеріалу*).

Таким чином, *основою навчального матеріалу теми уроку теоретичного навчання* є навчальне знання, алгоритми навчально-пізнавальної, експериментальної та творчої діяльності учнів і дидактичне забезпечення.

Основою навчального матеріалу уроку виробничого навчання є алгоритми навчально-виробничої діяльності учнів і дидактичне забезпечення.

Професійне навчальне знання – це знакова логіко-семантична та змістовно-методична цілісність, організація якої визначається системою навчання (предметною, предметно-модульною, модульною), а зміст є результатом відображення, цілеспрямованого відбору та методичної обробки наукових, науково-технічних і виробничих знань та досвіду професійної діяльності [13]. У загаль-

ному випадку **навчальний матеріал** є цілісним фрагментом змісту професійного навчання нижнього рівня ієрархії, який адекватний цілям заняття (уроку) і має три основні компоненти: навчальні знання, алгоритми діяльності учнів і дидактичне забезпечення. Ці компоненти визначаються **цілепокладанням** – сформульованими цілями заняття (уроку), зовнішніми мотивами та умовами навчання.

Педагоги можуть конструювати різноманітні **моделі навчальних знань**. До історично перших, традиційно відносяться вербально-ілюстративні, вербально-формальні та комбіновані моделі зображення (подання, представлення) знань. Їх перевагами є максимальна інформативність і наочність викладу, здатність розкрити суть **об'єкта** (явища, процесу, ситуації тощо) **предметної галузі** або **поля професійної діяльності** на різних рівнях глибини.

Проте висока деталізація опису об'єкта межує з відносно великим обсягом мовних засобів, значною надмірністю обсягу навчальної інформації (НІ), багатозначністю слів, можливістю до перефразування різного роду. Це впливає на **перцептивність** (сприймаємість) вербального тексту. Оптимальна надмірність навчального тексту визначається **точністю** (суворим підбором лексичних засобів) і **стислістю** (відсутність слів або речень, що не несуть змістовне навантаження).

Вербальна модель навчального знання має відносно великий обсяг порівняно з іншими, зокрема формалізованими і графічними моделями зображення знань. Це пояснюється наявністю крім релевантної НІ, яка моделює певний об'єкт предметної області та його атрибути, **релевантно надмірної НІ**, яка повторює найбільш важливі елементи вербального тексту образними, графічними, схематичними або формалізованими моделями, а також **нерелевантно нової НІ**, яка сприяє більш ефективному засвоєнню релевантної НІ (аналогії, асоціації, синонімічні або історичні посилання тощо).

Перехід від розгорнутого (при викладанні, інструктуванні) до згорнутого (при запам'ятовуванні НМ) змісту досягається в **структурно-логічних схемах (СЛС)**. Для цього виділяються основні (наукові факти, поняття, принципи, за-

кони, теорії тощо) та допоміжні елементи навчальних знань, а також логічні зв'язки та відношення між ними. Допоміжні елементи знань закріплюють, ілюструють і систематизують основні.

Перевагою СЛС є те, що в свідомості учнів формуються основні логічні зв'язки і відношення між поняттями. Обмеження методу СЛС пояснюється неможливістю педагогу виявити всі логічні зв'язки, встановити відносну їх «силу» («вагу»), нехтування семантичними (смисловими) відношеннями та «жорстка» структура зображеного матеріалу.

Намагання *не стільки до повноти знань, скільки до повноти розуміння* (Демокріт) примусило перейти від СЛС до **графів** (процедура дедукції). Якщо поняття або судження позначити точками - *вершинами* графа, то лінії довільної конфігурації або *ребра*, які з'єднують ці вершини, символізують наявність між ними логічних зв'язків. При конструюванні моделі знань за допомогою графів (неорієнтованих, орієнтованих, зважених тощо) педагог концентрує свою увагу на тих елементах, «...які символізуються вершинами графа, де перетинається найбільш значне число ребер» [43,с.171]. Вимоги науково-методичної строгості побудови таких графових моделей призводять до збіднення смислової сторони інформації в процесі редукції, необхідності педагогу розкривати механізм розуміння: «З'ясовуйте значення слів» (Р.Декарт).

Структурно-логічні, графові та інші формальні моделі зображення знань унаочнюють НМ, встановлюють логічні зв'язки між його структурними компонентами, дозволяють проводити паралельні класифікації об'єктів за декількома основами. Як показав М.І. Лазарєв [15], для декларативних знань (знань про факти та об'єкти предметної області) досить ефективними є **інтегративно-логічні моделі (ІЛМ)**, які розробляються шляхом аналізу рівнів декомпозиції в СЛС і побудови наочних просторових тривимірних логічних відношень між об'єктами, фактами на основі методу подвійної образної інтеграції. Наслідком інтеграції є узагальнення, ущільнення та зростання інформаційної ємності навчального знання.

Перехід від логічних (формальних) до семантичних (змістових) структур є результатом переходу від синтаксичного до семантичного аналізу повідомлення. **Мережеві моделі** зображення знань є кроком вперед порівняно з логічними моделями тому, що наочно виявляється структура знання і семантика відношень між її компонентами. Мережі складаються із вершин – понять або концептів, яким відповідають предмети, явища, процеси, події, і зв'язуючих їх дуг (орієнтованих ребер). При цьому дуги показують різноманітні смислові відношення: часові, імплікативні, функціональні, типу рід - типи і т.д.

При підготовці електромонтерів рекомендується використовувати зображення знань **семантичними мережами (СМ)**, вершини лексем яких визначають найрізноманітніші сутності техніки, виробничої технології та трудової діяльності. СМ служать не тільки методом зображення знань, але й моделлю довготермінової пам'яті, в якій фіксуються не тільки різноманітні атрибути

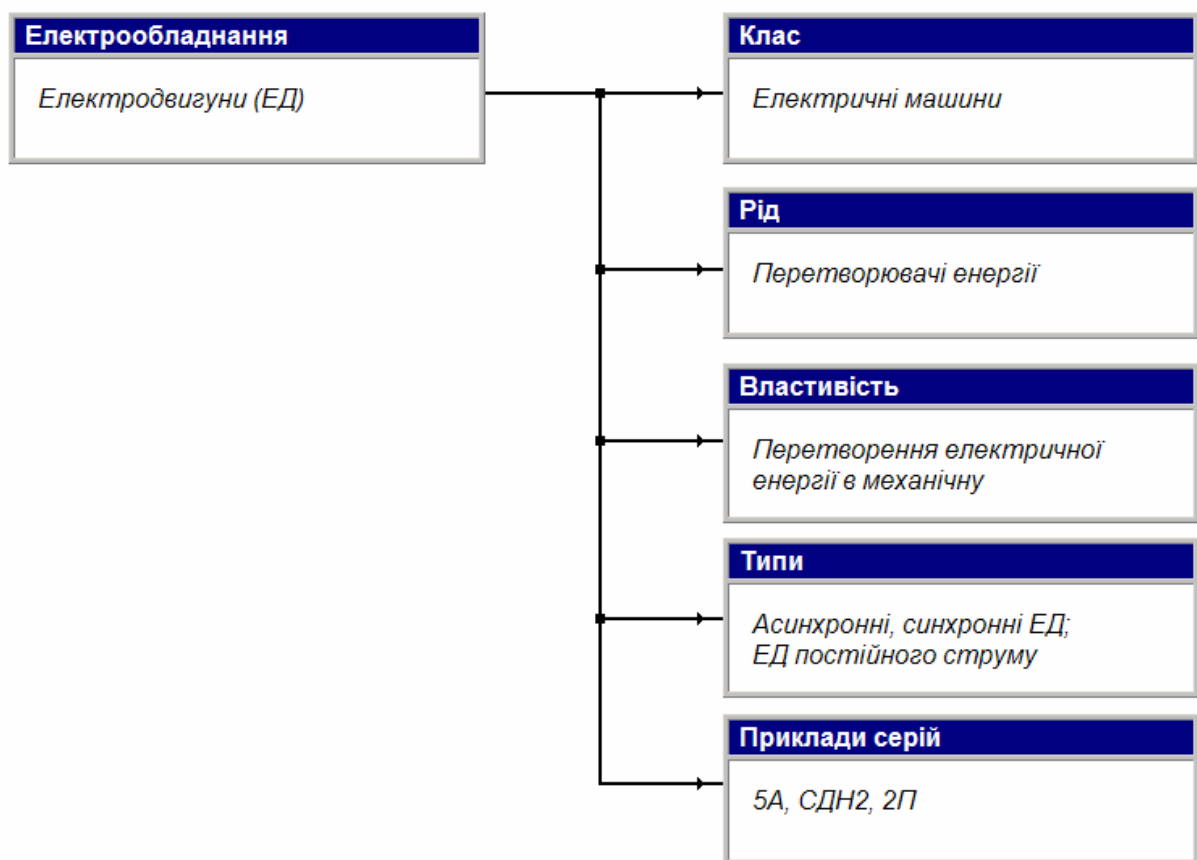


Рис.5. Мережева модель «Електродвигуни»

об'єкта, але й успадкування його властивостей. Експерименти І.Хофмана в нейрофізіології показали, що ймовірність запам'ятовування НМ зростає, якщо семантично близькі поняття організувати в ієрархічну структуру, причому семантична інтеграція нової інформації в межах існуючих в довготерміновій пам'яті структур знання відіграє значно більшу роль, ніж частота механічних повторень [47]. На рис.5 наведений приклад асоціативної мережі або моделі Куїліана [30], конкретизованої нами прикладом з електротехніки.

Модульне зображення знань, ієрархічний опис складних систем або динамічних ситуацій здійснюється за допомогою фреймів. **Фрейм** – мінімально необхідно структурована інформація, яка однозначно визначає даний клас об'єктів. Статичні, динамічні та рольові фрейми відіграють роль остова, на якому формується складна, рекурсивно вкладена ієрархічна структура [29]. Фрейми на електронних носіях за допомогою програмних слотів дозволяють забезпечити нагромадження нової НІ, переходи по гіперпосиланням, структурну та змістову гнучкість навчальних знань (рис.6).

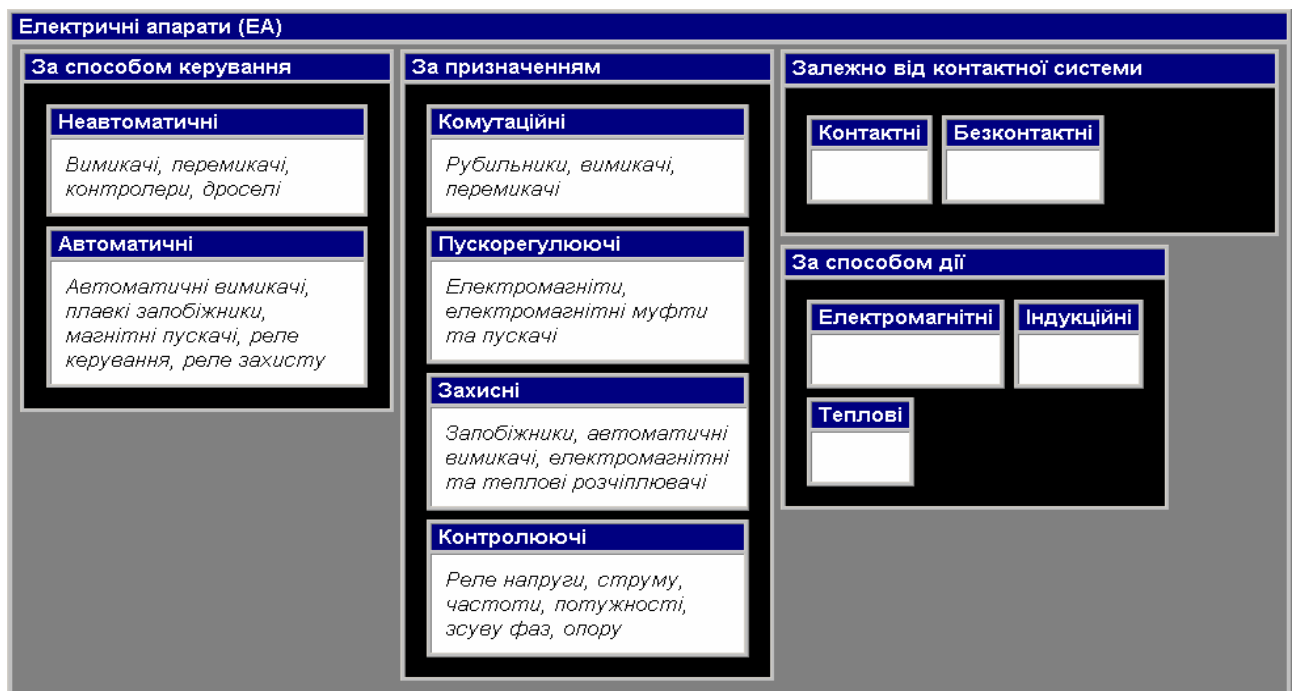


Рис.6. Фреймова модель класифікації електричних апаратів

Інструктування учнів на уроках виробничого навчання істотно полегшується за умови використання **продукційної моделі**, в якій знання репрезентовані сукупністю правил виду «ЯКЩО – ТО», «ЯКЩО-ТО, АБО». Ця модель ефективна для опису складних алгоритмів трудової діяльності або технологічного процесу. Кожна продукція являє собою закінчений фрагмент знань про динамічні виробничі ситуації або незмінні технологічні процеси [29;30].

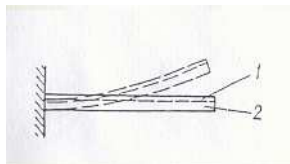
Як показали дослідження П.М. Ерднієва і М.А. Чошанова збільшене (укрупнене) структурування й ущільнення НМ, який поданий в чотирьох кодах (словесному, числовому, рисуночному та символічному), спричиняє підвищення ефективності запам'ятовування. При цьому **символ**, як узагальнення об'єкта з високим ступенем абстракції, не заміщає оригінал і є самостійною динамічною одиницею, яка впливає на психічний стан читача (К.Г. Юнг) і відіграє важливу роль на етапі фіксування свідомістю *укрупненої дидактичної одиниці*. Остання, відповідно до теорії гештальту, повинна інтерпретуватися як *цілісне утворення*, яке спричиняє формування у довготерміновій пам'яті когнітивних структур (енграм), які є моделями зовнішнього світу й одержані шляхом активізації «...нових символічних нейронів та встановлення зв'язків між ними» [34,с.5].

Експерименти, проведені у межах когнітивної психології [42], показали, що запам'ятовування НМ прискорюється, якщо фрагменти навчального знання шляхом стиснення редуковані до **схеми** (структурно-логічна схема, матриця НІ, граф-модель логічної структури знань, опорний конспект, логічні, мережеві, фреймові, продукційні та ситуаційні моделі зображення знань, сценарії тощо).

Заслуговує уваги **синтетичний опорний конспект (СОК)**, ядро якого складає *опорний сигнал* – код об'єкта предметної області, розташований ближче до правого верхнього прямого кута поля рисунка (максимальної зосередженості уваги учня) і доповнений символічною, числовою і вербальною інформацією. Мнемотехнічні прийоми запам'ятовування базовані на знаходженні додаткових асоціацій між частинами НМ. Нижче поданий *синтетичний опорний конспект з теми «Автоматичні вимикачі та запобіжники»* (Костюченко М.П., Євещька

В.І., Мамчур Б.П. Аналіз моделей зображення знань при конструюванні змісту професійного навчання // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. – Донецьк: ДПО ІПП, 2007, Зб.1.- С.112-118).

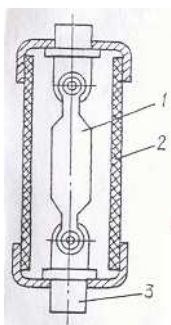
Автоматичні вимикачі (АВ) або «автомати» і запобіжники (ЗП) при-



значені для захисту електричних мереж і установок від аварійних режимів роботи (короткого замикання(КЗ), перевантаження, зниження напруги) і захисту людей від ураження електричним струмом (ЕС). Вони забезпечені *розчеплювачами* (електромагнітними, тепловими і напівпровідниковими), які спрацьову-

ють при виникненні аварійних режимів установки, зокрема звільнюють рухоми систему АВ. За функціональною ознакою розчеплювачі поділяються на такі: максимального струму, струмів перевантаження, незалежні, мінімальної напруги. За принципом дії розчеплювачі поділяються на теплові (термобіметалеві) та електромагнітні. Біметалевий елемент складається з двох металевих зістикованих пластин з різними коефіцієнтами лінійного розширення (1 і 2). При певному значенні струму (I_0), що проходить через біметал, відбувається його прогинання та розмикання електричного контакту.

Плавкі запобіжники – це апарати захисту електрообладнання від струмів



КЗ і перевантаження. Плавка вставка 1, яка виготовляється із каліброваного дроту або пластини, поміщається в корпус 2 (фарфорова трубка), який може бути заповнений кварцовим піском і фіброю для зменшення часу перегорання вставки, по якій проходить струм за допомогою контактних ножів 3. Запобіжники типу ПР-2 можуть мати номінальні струми плавких вставок від 15 до 1000А. Швид-

кодуючі запобіжники (ППД, ПП, ПНБ та ін.) мають наповнювачі.

АВ забезпечені тепловим і/або електромагнітним розчеплювачем, який обтікається струмом. Найбільш поширені **універсальні автомати**, які встановлені в розподільних пристроях низької напруги. Якщо ці автомати забезпечені ізоляційним кожухом з метою встановлення їх в загальнодоступних місцях, то

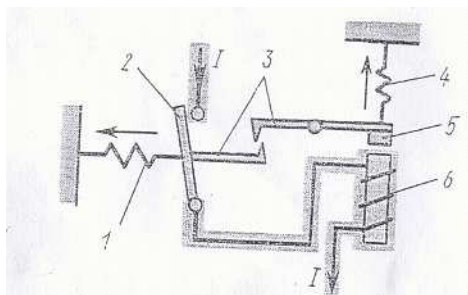
вони мають назву «установочний». До них відносяться такі серії апаратів: А 3000, «Електрон», АЕ-1000, АЕ-2000, АП-50, АК-50, А-63, АС-25 тощо.

Для обмеження струмів КЗ в перетворюючих пристроях з номінальними



струмами в тисячі ампер використовуються **швидкодіючі автомати** (ВАБ) з часом спрацювання 0,01-0,03 с. *Автомати гасіння магнітного поля (АГП)* призначені для зняття поля збудження крупних синхронних машин при виникненні у них КЗ.

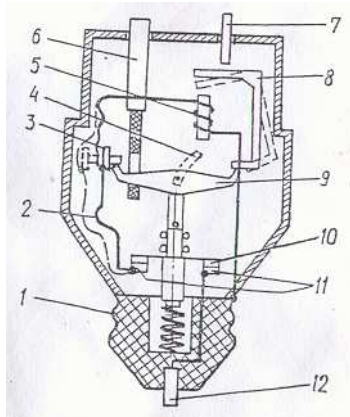
Автомати захисту від витоку на землю служать для захисту людей і тварин від ураження ЕС, а також для захисту від струмів КЗ і перевантаження в мережах з глухозаземленою нейтраллю.



Принцип дії АВ максимального струму пояснюється рисунком, де:

- 1 – зворотна пружина, 2 – рухомі контакти,
3 – важіль відсічки, 4 – протидіюча пружина,
5 – якор, 6 – електромагнітний розчеплювач.

Автоматичні вимикачі з електромагнітним або з комбінованим розчеплювачем мають ряд параметрів, які конкретизуються АВ типу АП-50: номінальний струм (50 А), номінальна напруга (220-500 В), число полюсів (2,3), кількість допоміжних замикаючих і розмикаючих контактів (1,2), можливість укомплектування з тепловим розчеплювачем (Є), граничний струм відключення (0,3-2,кА), час відключення (0,02с), привод (ручний), габарити (210×160×143)мм. Будова АВ серії ПАР зображена на рисунку, де:



- 1 – різьбова частина цоколя; 2 – біметалева пластина;
3 – шплінт; 4 – похилий отвір; 5 – реле максимального струму;
6 – кнопка вмикання; 7 – кнопка вимикання; 8 – важіль відсічки;
9 – двоплечовий важіль; 10 – рухомі контакти; 11 – нерухомі контакти; 12 – центральний контакт.

Аркуші «опорних сигналів» В.Ф.Шаталова є граничним випадком СОК, конструювання яких базується на мнемонічній стратегії – утримання в пам'яті до 30% зорових образів [42;47]. Опорний конспект Шаталова – це своєрідний гештальт, сконструйований за допомогою умовних знаків, символів і коротких надписів. На відміну від гештальтистів, Шаталов пропонує особливу обробку опорних сигналів у системі спеціальних вправ, тобто акцент ставиться на *повторення НМ*.

Як вказує В.П.Беспалько [4], ніяких певних правил складання опорних сигналів не існує, а є плодом довгорічної праці, неабиякої інтуїції та творчості Шаталова. Проте створення досить великого числа абстрактних сигналів на одиницю НМ (окрім наявних стандартних умовних позначень електричних принципіальних схем з формалізованим апаратом для опису їх функціонування), призводить до непрозорості та нечитабельності змісту навчання. Окрім цього, в опорних сигналах домінують логічні зв'язки над семантичними, а процес управління навчанням відноситься до «ручних» дидактичних систем, які практично не відтворювані через незвичайні психологічні та професійні риси особистості новатора.

Нами не розглянуті інші, менш поширені в практиці викладання (інструктування), моделі зображення знань: матриці (П. Ерднієв), блок-схеми (О. Лисейчиков, М. Чошанов), концепти (М. Щетинін), системні опорні конспекти (Т. Лаврентьева), «павучки» (Дж. Хамблін) тощо.

Якщо розглянуті вище моделі репрезентації знань схематично зображають укрупнені дидактичні одиниці, то їх називають **«великоблоковими опорами»** [23].

Експеримент, проведений нами в групах електромонтерів Горлівського ВПУ (№37), підтвердив гіпотезу про те, що великоблокові опори, які є основою модульних елементів (МЕ), повинні бути *багаторівневі*, тобто відображати різні стандартизовані рівні складності НМ. Вказаним рівням відповідають стандартизовані розряди робітничої кваліфікації.

НМ першого рівня складності (базовий) подається в МЕ у вигляді тексту, який зображається простою і лаконічною мовою. Інформація тексту достатньо ілюструється або доповнюється кольоровими фотографіями, малюнками, наглядними моделями тощо.

Другий рівень (екстенсивний) узагальнює і деталізує матеріал першого рівня. Тут, крім вербальної та наочної інформації, використовуються засоби "стиснення", схематизації й узагальнення інформації: структурно-логічні схеми, опорні сигнали, продукційні правила тощо.

Матеріал третього рівня (інтенсивний) відображає більш складні трудові прийоми і виробничі технології. На цьому рівні домінує не вербально-ілюстративне пояснення, а наочно-сміслове, модельне і формалізоване (графові та фреймові моделі зображення знань, семантичні мережі, формальні моделі тощо). Кожний МЕ забезпечувався трьома варіантами **тестів самоконтролю, які відповідають трьом рівням складності**.

Нами розроблений трьохрівневий модульний елемент «Занулення». Кожному із рівнів відповідає відповідно 3-й, 4-й і 5-й кваліфікаційні розряди робітника (електромонтера). Часткові цілі вивчення цього МЕ нами наводилися в §4. Елемент завершується тестом контролю засвоєння знань і вмінь (Додаток 3).

Очевидно використання персонального комп'ютера для конструювання змісту навчального матеріалу має незаперечні переваги над традиційним. Це пояснюється наявністю операційної графічної системи (Windows та її різновидів), а також текстових, графічних, звукових і музикальних редакторів, трьохвимірної графіки, анімації та інших засобів мультимедії та гіпермедії. Розробка педагогічних програмних засобів на базі мережі фреймів і семантичних мереж дозволяє реалізувати принципи ситуаційної гнучкості та адаптивності, що визначають сутність інноваційного модульного навчання.

Література

1. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. – М.: Наука, 2000. – 260с.
2. Атанов Г.А. Хочу сиять заставить заново величественное слово «дидактика» // Образовательные технологии. – 2004. - №3-4. – С.58-84.
3. Безрукова В.С. Педагогика. Проективная педагогика: Уч.пособие. - Екатеринбург:«Деловая книга», 1996. – 344с.
4. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия). – М.: Изд-во Моск.псих.-соц.ин-та, 2002. – 352с.
5. Гершунский Б.С. Педагогическая прогностика: Методология, теория, практика. – К.: Вища шк., 1986. – 200с.
6. Дидактические аспекты преподавания инженерных дисциплин: Пособие для преподавателя /Е.Э. Коваленко, Е.К.Белова, В.В.Беликова, И.В.Федоров; Под ред. В.М.Приходько и В.М. Жураковского. – М.: МАДИ (ГТУ); Харьков: УИПА, 2006. – 150с.
7. ДСТУ ISO 9000-2001. Системи управління якістю. Основні положення та словник. – К.: Держстандарт України, 2001. – 26с.
8. Заславська С.О. Підготовка майстра виробничого навчання до занять: Методичні рекомендації. – Донецьк: ДІПО ІПП, 2003. – 59с.
9. Ильинский Д.Я. САПР в ГПС. – М.: Высш.шк. – 96с.
- 10.Комплекс нормативних документів для розробки складових системи стандартів вищої освіти. Додаток до Наказу Міністерства України від 31.07.1998р., №285. – К.: Інститут змісту і методів навчання, 1998. – 68с.
- 11.Концепція розвитку професійно-технічної (професійної) освіти в Україні // Професійно-технічна освіта. – 2004. - №3. – С.2-5.
- 12.Костюченко М.П. Принципы ситуационно-модульной технологии профессионального обучения // Професійна освіта: теорія і практика. – 2000. - №1-2 (11-12). – С.48-54.
- 13.Костюченко М.П. Трикомпонентна модель систем і технологій професійного навчання / Проблеми інженерно-педагогічної освіти. – 2003. - №5. – С.101-107.
- 14.Костюченко М.П., Паньков Д.В. Організація модульного навчання в професійно-технічних навчальних закладах: управлінський аспект: Навч.-метод.посібник. – Донецьк: ДІПО ІПП, 2005. – 100с.
- 15.Лазарєв М.І. Полісистемне моделювання змісту технологій навчання загальноінженерних дисциплін: Монографія. – Харків: Вид.НФаУ, 2003. – 356с.
- 16.Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. – М.: Политиздат, 1975. – 304с.
- 17.Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. – М.: Педагогика, 1981. – 186с.
- 18.Лямец В.И., Тевяшев А.Д. Системный анализ: Вводный курс. – Харків: ХНУРЕ, 2004. – 448с.

- 19.Макиенко Н.И. Педагогический процесс в училищах профессионально-технического образования. – М.: Высш.шк., 1983. -344с.
- 20.Метаева В.А. Рефлексия как метакомпетентность // Педагогика. – 2006. - №3. – С.57-61.
- 21.Морозов Е.П. Планирование учебно-производственной деятельности. – М.: Высш.шк., 1989. – 48с.
- 22.Норенков И.П. САПР. Принципы построения и структура // Системы автоматизированного проектирования: В 9кн. Кн.1. – М.: Высш.шк., 1986. – 127с.
- 23.Остапенко А.А., Шубин С.И. Крупноблочные опоры: составление, типология, применение // Школьные технологии. - 2000. - №3. – С.19-33.
- 24.Паркинсон С.Н. Законы Паркинсона: Пер.с англ. – М.: Прогресс, 1989. – 448с.
- 25.Педагогические аспекты преподавания инженерных дисциплин: Пособие для преподавателя /С.Ф.Артюх, О.Е.Коваленко, О.К.Белова, Г.В.Ізюмська, В.В.Белікова. – Харків: УПА, 2001. – 210с.
- 26.Педагогічна книга майстра виробничого навчання. / За ред.Н.Г.Ничкало. – К.: Вища шк., 1992. – 334с.
- 27.Підласий І.П. Як підготувати ефективний урок. – К.: Рад.шк., 1989. – 204с.
- 28.Положення про організацію навчально-виробничого процесу у професійно-технічних навчальних закладах //Офіційний вісник України. – 2006. - №25. – С.92-107.
- 29.Представление знаний в человеко-машинных и робототехнических системах. – М.: ВЦ АН СССР; ВИНТИ, 1984. – Т.А. – 262с.
- 30.Представление и использование знаний / Под ред. Х.Уэно, М.Исидзука: Пер. с япон. – М.: Мир, 1989. – 220с.
- 31.Принципы разработки учебно-программной документации для подготовки квалифицированных рабочих в учебных заведениях профессионально-технического образования / Под ред.А.П.Беляевой. – М.: Высш.шк., 1983. – 263с.
- 32.Професійна освіта: Словник /Уклад. С.У.Гончаренко та інші; За ред.Н.Г.Ничкало. – К.: Вища шк., 2000. – 380с.
- 33.Психолого-педагогическая система технологии обучения профессии: Монография / Под ред. А.С.Никулиной. – Донецк: ГИПО ИПР, 1997. – 360с.
- 34.Рабинович З.Л., Воронков Г.С. Представление и обработка знаний во взаимодействии сенсорной и языковой нейросистем человека // Кибернетика и системный анализ. – 1998. - №2. – С.3-11.
- 35.Рычик М.В. Психологические аспекты построения учебного материала. – К.: Вища шк., 1981. – 52с.
- 36.Савченко В.И. Работа мастера в начальный период обучения. – К.: Вища шк., 1987. – 88с.
- 37.Сікорський П.І. Теорія і методика диференційованого навчання: Монографія. – Львів: Вид-во «СПОЛОМ», 2000. – 421с.

38. Сілаєва І.Є., Микуляк О.П. Підготовка викладача до уроку загальнотехнічних і спеціальних дисциплін: Методичні рекомендації. – Донецьк: ДПО ІПП, 2002. – 48с.
39. Скаун В.А. Введение в профессию мастера производственного обучения: Метод. пособие. – М.: Высш.шк., 1998. – 240с.
40. Скаун В.А. Преподавание курса «Организация и методика производственного обучения». – М.: Высш.шк., 1990. – 254с.
41. Скаун В.А. Уроки производственного обучения. //Профессионально-техническое образование. – 1991. - №6. – С.26-30.
42. Солсо Р.Л. Когнитивная психология: Пер. с англ. – М.: Тривола, 1996. – 600с.
43. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. – М.: Педагогика, 1974. – 192с.
44. Теоретические основы содержания общего среднего образования / Под ред. В.В.Краевского, И.Я.Лернера. – М.: Педагогика, 1983. – 352с.
45. Учебный материал и учебные ситуации: Психологические аспекты /Под ред. Г.С.Костюка, Г.А.Балла. – К.: Рад.шк., 1986. – 143с.
46. Учебный процесс в профессионально-технических учебных заведениях: Профпедагогика / Пер. с нем. / Хайнце К., Гейтер Б., Симон Г. и др. – М.: Высш.шк., 1985. – 223с.
47. Хофман И. Активная память: Пер. с нем. – М.: Прогресс, 1986. – 312с.
48. Человек в измерениях XX века. Том 7. Педагогика и образовательные системы XX столетия /Гл. ред. Р.Н.Макаров. – М.: Изд-во МАПЧАК, 2005. – 647с.
49. Шевчук С.С. Урок виробничого навчання у ПТНЗ: Методичні рекомендації. – Донецьк: ДПО ІПП, 2004. – 48с.
50. Шевчук С.С. Урок теоретичного навчання у ПТНЗ: Методичні рекомендації. – Донецьк: ДПО ІПП, 2002. – 48с.
51. Яблонский А.И. Математические модели в исследовании науки. – М.: Наука, 1986. – 352с.

Додаток 1

Розглянуто й узгоджено

на засіданні методичної комісії _____

протокол № _____ від _____ 200__р.

Голова методичної комісії _____

Підпис

(прізвище, ініціали)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заступник директора з НВР _____
 “ _____ ” _____ 200__р.

П Е Р Е Л І К (фрагмент Б)

навчально-виробничих робіт на перше півріччя 200__року

група № 7 професія: Електромонтер з ремонту й обслуговування електроустаткування

Місяць навчання	Номер і назва теми (підтеми)	Час на вивчення теми, підтеми, годин, хвилин				Назва навчально-виробничих робіт	№ деталей, креслень	Складність (розряд)	Робітнича норма часу, Т	Учнівська норма часу	Кількість робіт на 1 учня, штук	Відмітка про виконання
		всього	на інструктаж	на виконання вправ	на виробничу діяльність							
жовтень	Тема 4 Монтаж відкритих електропроводок Підтема 4.1. Монтаж проводів на ізоляторах	2	20хв.	1год 40хв.		Зовнішня прокладка проводів Прокладка проводів на ізоляторах	1 2	2	Т	2Т		
жовтень	Підтема 4.2 Монтаж електропроводки на тросах, на лотках і в коробах	4	30хв.	3год 30хв.		Прокладка проводів на тросах Прокладка проводів на лотках Прокладка проводів в коробах	13 14 15	3 3 3	Т Т Т	3Т 3Т 3Т	3 3 3	

Майстер виробничого навчання _____

Старший майстер _____

Додаток 2

А. Графік переміщення учнівських бригад при вивченні теми «Вимірювання електричних величин електровимірювальними приладами»

Учнівські бригади	Робочі місця і час навчання				Умовні позначення робочих місць
	I	II	III	IV	
	з 8 ⁰⁰ до 9 ³⁰	з 9 ³⁰ до 11 ⁰⁰	з 11 ⁰⁰ до 12 ³⁰	з 12 ³⁰ до 14 ³⁰	
Бригада 1					- вимірювання сили струму та напруги - вимірювання опору ділянки кола - вимірювання потужності та роботи струму - вимірювання $\cos \varphi$
Бригада 2					
Бригада 3					
Бригада 4					

Продовження додатку 2

Б. Графік переміщення учнівських бригад, коли нефронтально вивчається тільки одна тема програми, а інші - фронтально

Учнівські бригади	Робочі місця і час навчання			
	I	II	III	IV
	з 8 ⁰⁰ - до 9 ³⁰	з 9 ³⁰ - до 11 ⁰⁰	з 11 ⁰⁰ - до 12 ³⁰	з 12 ³⁰ - до 14 ³⁰
Бригада 1				
Бригада 2				
Бригада 3				
Бригада 4				

Продовження додатку 2

В. Графік переміщення учнівських бригад при вивченні тем з діагностики, складання та ремонту електродвигунів

Учнівські бригади	Тижні																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	Годин на тиждень																
	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
1 (4 учні)	Ознайомлення з підприємством - 12год.	Ремонт асинх- ронних двигунів 72 год			В Т К 72 год			Цех № 1 48 год			Цех № 2 48 год		Цех № 3 48 год			Зварні роботи - 12год	
2 (4 учні)		В Т К 72 год			Ремонт асинх- ронних двигунів 72 год			Цех № 2 48 год			Цех № 3 48 год		Цех № 1 48 год				
3 (4 чел.)		Цех № 1 48 год		Цех № 2 48 год		Цех № 3 48 год		В Т К 72 год			Ремонт асинх- ронних двигунів 72 год						
4 (3 учні)		Цех № 2 48 год		Цех № 3 48 год		Цех № 1 48 год		Ремонт асинх- ронних двигунів 72 год			В Т К 72 год						

Зміст модульного елемента “Занулення”

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

На основі положень когнітивної психології, нейрофізіології та семантики обґрунтована доцільність побудови багаторівневих структур навчального матеріалу, репрезентованого різними кодами та певними моделями зображення навчальних знань, з метою формування тривких енгам у довготерміновій пам'яті студента. Виходячи з принципів поліморфізму та різнорівневості моделювання змісту навчання, запропоновані **трирівневі модульні елементи (МЕ)**. Для кожного з рівнів складності змісту навчання (базовий, екстенсивний, інтенсивний), які адекватно відображають рівні кваліфікації, визначено домінуючий тип алгоритмів діяльності студентів і моделей зображення навчальних знань, поданих у декларативній і процедурній формах (ілюстрований текст, синтетичний опорний конспект, структурно-логічна схема, інтегративно-логічна модель, граф, семантична мережа, фрейм, продукційна модель тощо). Кожний МЕ забезпечувався трьома варіантами **тестів самоконтролю**.

Абревіатура термінів: ЕС – електричний струм; ЕУ – електроустановка; КЗ – коротке замикання; НП – нульовий провідник (N); НЗП – нульовий захисний провідник (N_3); НРП – нульовий робочий провідник (N_p); ПЗ – повторне заземлення (R_n); РЗ – робоче заземлення (R_p); СТ – силовий трансформатор; площа поперечного перерізу НП (S_n), S – множинне число.

«1 рівень» ↓

Розглянемо трифазну мережу до 1кВ із глухозаземленою нейтраллю СТ (рис. 1). Нехай опір заземлення нейтральної точки СТ дорівнює опору заземлення корпусу ЕУ, тобто $R_p = R_3 = 4 \text{ Ом}$. Опори обмоток СТ і проводів мережі значно відносно менші, тому їх в розрахунок не приймаємо. При замиканні фази на корпус ЕУ, по колу, яке створилося через землю, буде проходити струм замикання на землю: $I_3 = U_\phi / (R_3 + R_p) = 220 \text{ В} / (4 + 4) \text{ Ом} = 27,5 \text{ А}$. Якщо струм спрацьовування запобіжників більше 27,5А, то відключення ЕУ не відбудеться, та її корпус буде знаходитися під напругою: $U_k = I_3 \cdot R_3 = 27,5 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 110 \text{ В}$. Безумовно, в цьому випадку є небезпека ураження ЕС людини, яка доторкається до корпусу пошкодженої ЕУ або до металевих предметів, які мають з'єднання з цим корпусом. Тому такі мережі до 1кВ застосовуватися не повинні.

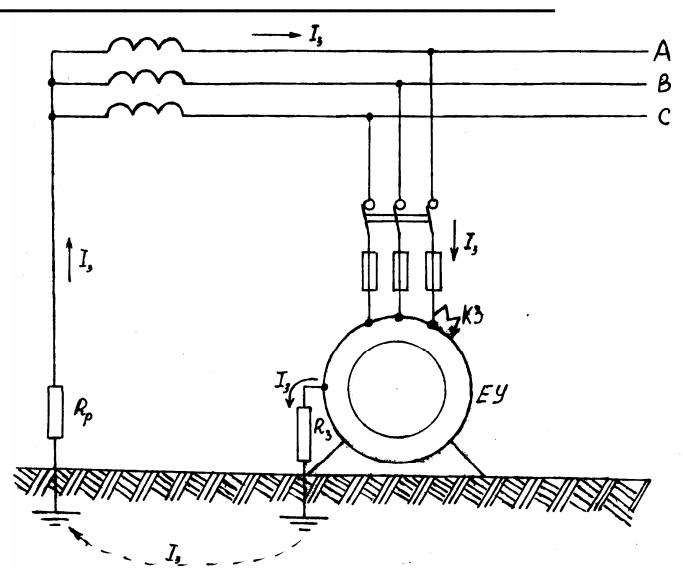


Рис. 1

Розглянемо чотирьохпровідну мережу змінного струму до 1кВ з глухозаземленою нейтраллю вторинної обмотки СТ (рис. 2). Опір заземлення нейтральної точки СТ будемо називати **робочим заземленням** (РЗ) і позначати на схемах символом R_p . Окрім трьохфазних проводів (А, В і С), ця мережа має ще **нульовий провідник** (НП), який позначається символом N. Остання фраза фіксує факт, що при симетричному навантаженні потенціал НП рівний нулю. Моделюємо ситуацію, при якій трифазна ЕУ підключена до зазначеної мережі, але обмотка, яка відповідає фазі А, має пробій ізоляції на корпус. За умови приєднання корпусу ЕУ до заземлювача і у випадку замикання фази на корпус, струм піде по шляху: $R_3 \rightarrow \text{земля} \rightarrow R_p \rightarrow \text{нейтральна точка СТ} \rightarrow \text{обмотка СТ} \rightarrow \text{фазний провід (А)} \rightarrow \text{корпус ЕУ}$. Нехай $R_3 = R_p$, тоді послідовність увімкнення активних опорів приведе до того,

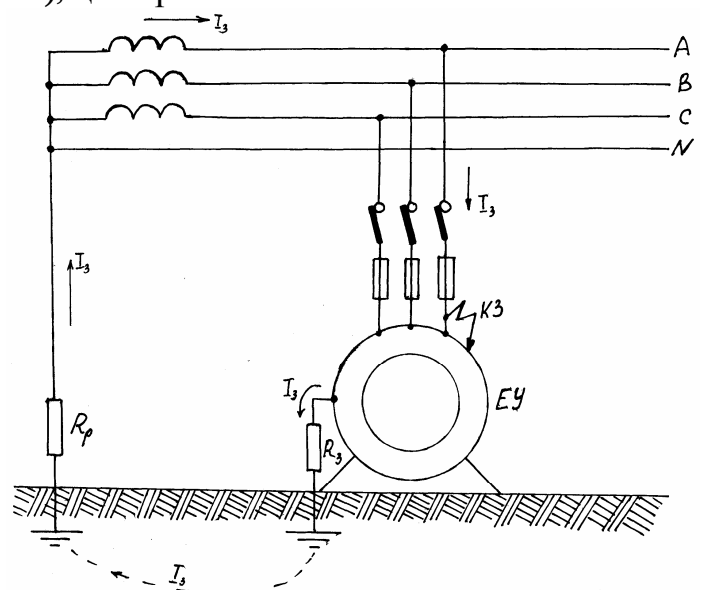


Рис. 2

що падіння фазної напруги (220В) буде однаковим, і напруга на корпусі ЕУ стане рівною 110В, що вельми небезпечно при дотиканні до нього людини. Висновок: *захисне заземлення електроустановок у мережах до 1кВ із глухозаземленою нейтраллю небезпечно.*

«2 рівень» ↴

Математично доведемо приведені вище обґрунтування. За законом Ома, струм однофазного короткого замикання (КЗ) рівний: $I_3 = U_{\phi} / (R_3 + R_p) = 220 \text{ В} / (4 + 4) \text{ Ом} = 27,5 \text{ А}$. Напруга на заземленому корпусі $U_3 = I_3 \cdot R_3 = 27,5 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 110 \text{ В}$. Корпус ЕУ буде знаходитися під небезпечною напругою, незважаючи на те, що він заземлений. Фактично, ми маємо формальне повторення попереднього випадку мережі без НП, тому що НП не “здіяний”.

«1 рівень» ↴

Якщо ми приєднаємо корпус ЕУ не до заземлювача, а до НП ізолюваного від землі, то умови протікання струму замикання I_3 суттєво зміняться (рис. 3). Розглянемо випадок замикання фази на землю, що може бути результатом обриву і падіння на землю фазного провідника або замикання фази на неізолюваний від землі корпус ЕУ. Вважаючи, що опір верхнього шару землі (сухого ґрунту) $R_{3\text{м}}$ на два порядки більше опору заземлення нейтралі R_p , будемо мати суттєве зменшення сили струму замикання I_3 і відповідно незначну напругу (U_k) на корпусі ЕУ відносно землі.

«2 рівень» ↴

Якщо чотирьохпровідна мережа буде ізолювана від землі, то при зануленому корпусі ЕУ і при замиканні фази на землю, в зоні розтікання струму I_3 земля набуває потенціал фази (рис. 3). За винятком падіння напруги на землі, між зануленим корпусом, який має нульовий потенціал, і землею виникає напруга U_k , яка близька за значенням до фазної напруги мережі U_{ϕ} . Ця напруга буде існувати до відключення всієї мережі вручну або до ліквідації замикання на землю так, як запобіжники при цьому пошкодженні не спрацюють. Безумовно, вказаний стан вельми небезпечний.

Висновок: *чотирьохпровідна мережа змінного струму до 1кВ з ізолюваною нейтраллю містить небезпеку ураження людини електричним струмом і тому використовуватися не повинна.*

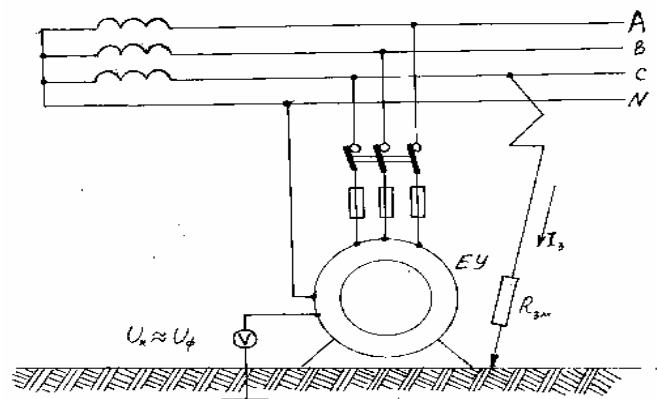


Рис. Д.М.3.

Рис. 3

«1 рівень» ↓

Розглянемо випадок заземленої нейтралі джерела живлення (рис.4). При замиканні фази С на землю фазна напруга U_ϕ розділиться пропорційно опору замикання фази на землю $R_{зм}$ і опору заземлення нейтралі R_p , тобто: $U_\phi = U_{зм} + U_p$, де $U_{зм}$ – падіння напруги на $R_{зм}$, U_p – падіння напруги на R_p .

Експеримент показує, що напруга на корпусі ЕУ (U_k) не перевищує гранично допустиме значення – 20В. Висновок: при випадковому замиканні однієї із фаз на землю та при заземленій нейтралі силового трансформатора напруга відносно землі нульового провідника і приєднаних до нього корпусів електроустановок виявляється незначною ($U_n = U_k = \min$). Це обумовлено тим, що перехідний опір фазний провідник – грунт ($R_{зм}$) при випадковому замиканні фази на землю у багато разів більше опору R_3 нейтралі, тобто $R_{зм} \gg R_p$. Тому і падіння фазної напруги на $R_{зм}$ буде значно більше, ніж на R_p , тобто $U_{зм} \gg U_p$, де $U_p = U_k$. Висновок: заземлення нейтралі джерела живлення або робоче заземлення (R_p) функціонально призначене для зниження напруги відносно землі на нульовому провіднику і приєднаних до нього корпусів електроустановок до безпечного значення при замиканні фазного провідника на землю, а також для збереження цілісності фазних обмоток силового трансформатора при перевантаженні, перекосі фаз і при режимі короткого замикання.

«2 рівень» ↓

Формалізуємо вище наведені якісні міркування (рис.4). При замиканні фази на землю, фазна напруга U_ϕ розділиться пропорційно опору замикання фази на землю $R_{зм}$ і опору заземлення нейтралі R_p , тобто: $U_\phi = U_{зм} + U_p$. Падіння напруги на $R_{зм}$ і на R_p відповідно рівні: $U_{зм} = I_3 \cdot R_{зм}$, $U_p = I_3 \cdot R_p$. Звідси $I_3 = U_\phi / (R_{зм} + R_p)$. Так, як корпус ЕУ включений паралельно опору R_p , то падіння напруги на R_p дорівнює напрузі на корпусі відносно землі, тобто $U_p = U_k = I_3 \cdot R_p$. При значеннях $U_\phi = 220\text{В}$, $R_p = 4\text{ Ом}$ і $R_{зм} = 100\text{ Ом}$ будемо мати $U_k = I_3 \cdot R_p = U_\phi \cdot R_p / (R_{зм} + R_p) = 220 \cdot 4 / (100 + 4) = 8,5\text{ В}$. Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 (зі змінами 1987 р.), гранично допустимі (г.д.) значення сили струму та напруги при аварійному режимі роботи електроустановки за тривалості дії $\Delta t > 1\text{с}$ є такі $I_{г.д.} = 6\text{ мА}$, $U_{г.д.}$

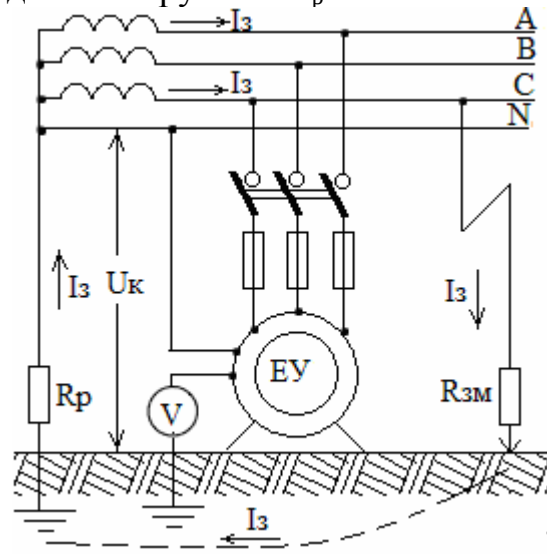


Рис. 4

◀3 рівень▶ ↓

Незмінність цих опорів дає лінійну залежність епюри напруг НП відносно землі від нульового значення в місці заземлення нейтралі СТ до величини $U_n = I_k \cdot Z_n$. Ці напруги будуть існувати на протязі аварійного періоду, тобто з моменту замикання фази на корпус до моменту автоматичного відключення пошкодженої ЕУ від мережі (за рахунок перегорання запобіжників). Для спрощення будемо нехтувати повним опором обмоток СТ та індуктивним опором петлі фазануль, а також вважати, що фазний і нульовий провідники мають лише активні опори r_n і r_ϕ . Тоді маємо



◀1 рівень▶ ↓

76

но тим, що напруга відносно землі на НП при наближенні від пошкодженої ЕУ до R_p зменшується за лінійним законом, досягаючи нуля в місці приєднання НП до робочого заземлювача.

Розв'язати проблему додаткового зниження напруги на занулених корпусах у період замикання фази на корпус дозволяє **повторне заземлення** (ПЗ), яке на схемі (рис. 6) позначається

символом R_n . Для мережі 380/220В правила будови електроустановок (ПБЕ) передбачають $R_p = 4$ Ом, еквівалентний опір всіх повторних заземлень $R_{пе} = 10$ Ом, у тому числі опір кожного повторного заземлення $R_n = 30$ Ом.

Таким чином, **повторне заземлення** – це виносне зосереджене заземлення нульового провідника, яке виконано на деякій відстані від силового трансформатора. Воно має мету додатково зменшити напругу відносно землі НП і приєднаних до нього корпусів ЕУ-S при замиканні фази на корпус як при справній схемі занулення (при нормальному режимі), так і у випадку обриву НП (при аварійному режимі). ПЗ не впливає на вимикання пошкодженої ЕУ.

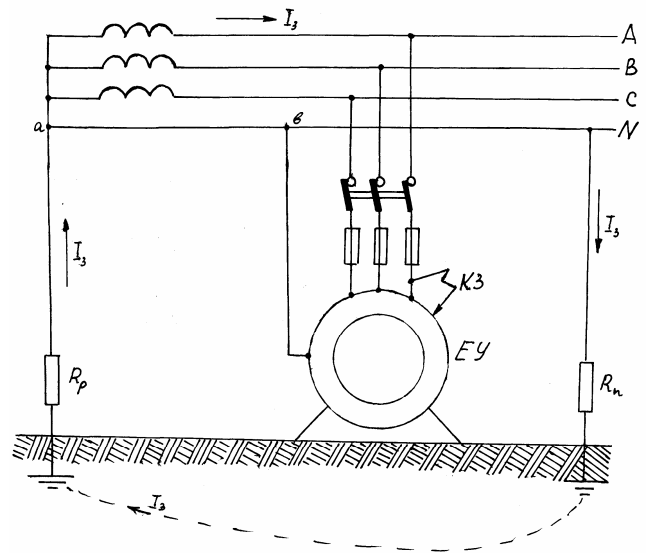


Рис. 6

«3 рівень» ↓

Нехай НП має опір R_n відносно землі. Тоді напруга відносно землі відрізка аб нульового провідника зменшиться до значення $U_n = I_3 \cdot R_n = U_{ab} \cdot R_n / (R_n + R_p)$, де I_3 – струм, який стікає в землю через опір R_n ; U_{ab} – спад напруги в НП на відрізку аб; R_p – опір ПЗ.

Моделюємо випадок із наступним припущеннями:

- 1) нехтуємо опором обмоток СТ та індуктивним опором петлі фаз-нуль;
- 2) вважаємо, що фазний і нульовий провідники мають лише активні опори r_ϕ і r_n , причому $r_n = 2r_\phi$;
- 3) припустимо, що по НП на відрізку аб проходить такий же струм, як і по фазному провіднику. За цих обставин падіння напруги на фазному провіднику буде $U_\phi / 3$, а на нульовому $2 U_\phi / 3$.

За вказаних обставин останній вираз прийме вигляд $U_n = 2 U_\phi \cdot R_n / 3 (R_n + R_p)$. При однакових значеннях R_p і R_n одержимо $U_n = U_\phi / 3$, тобто при $U_\phi = 220$ В маємо $U_n = 74$ В. Це в 2 рази менше, ніж за умови відсутності ПЗ (147В). При меншому значенні R_n або при збільшенні кількості повторних заземлень напруга на НП відносно землі може бути знижена до потрібного стандартизованого значення (20В).

За умови випадкового обриву НП та при відсутності ПЗ, замикання фази на корпус спричинить до того, що напруга відносно землі відрізка НП за місцем обриву і всіх приєднаних до нього корпусів ЕУ-S буде близькою за значенням фазній напрузі мережі змінного струму (рис. 7).

Пошкоджена ЕУ автоматично не відключиться, та її складно буде виявити серед справних

ЕУ-S, щоб відключити вручну. Враховуючи потенційну небезпеку для людини такої ЕУ, можемо стверджувати, що *повторне заземлення в схемі занулення обов'язково необхідне*.

При обриві НП, який має ПЗ, збережеться коло струму I_3 , через землю, внаслідок чого напруга занулених корпусів, які знаходяться за місцем обриву, знизиться до $U_H = I_3 \cdot R_n = U_\phi \cdot R_n / (R_p + R_n)$. При цьому, корпуси ЕУ-S, які приєднані до НП до місця обриву, набувають напругу відносно землі $U_0 = I_3 R_p = U_\phi R_p / (R_p + R_n)$. Зокрема, в найбільш сприятливому випадку, коли $R_p = R_n$, всі ЕУ-S, які приєднані до НП, як до місця обриву, так і після нього, будуть знаходитися при однаковій напрузі $U_H = U_0 = 0,5U_\phi$, тому що $U_H + U_0 = U_\phi$.

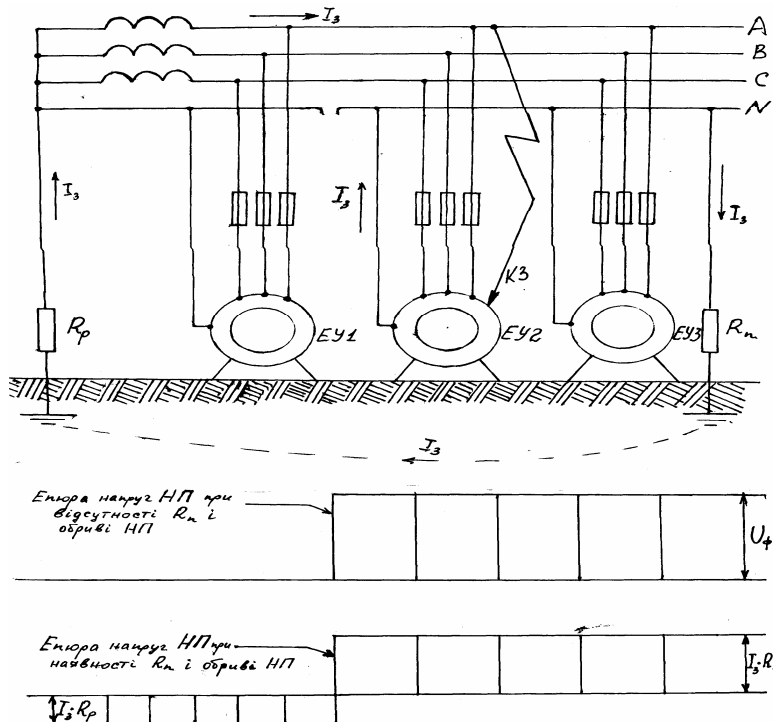


Рис.7

«1 рівень» ↴

Розрахунки показують, що схеми занулення без ПЗ використовуватися не повинні тому, що при аварійному режимі напруга НП і з'єднаних з ним корпусів ЕУ-S може досягати недопустимо небезпечних для людини значень. ПЗ істотно зменшує напругу відносно землі занулених конструкцій у період замикання фази на корпус як при нормальному режимі, так і при обриві НП (при відсутності ПЗ напруга на корпусі за цих обставин буде рівна фазній напрузі). Як наслідок, це значно зменшує небезпеку ураження ЕС, що виникає у результаті обриву НП і замикання фази на корпус за місцем обриву, але не може усунути її повністю, тобто не може забезпечити тих умов безпеки, які існували до обриву.

Враховуючи сформульовані вище твердження, дамо декілька визначень і пояснень, відповідно державних стандартів з охорони праці (ДСТУ ССБТ ГОСТ 12.1.009-76, 12.1.030-81).

Занулення – навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником (НЗП) металевих неструмопровідних частин електроустановок, які можуть бути під напругою (рис. 8). Занулення є ефективною захисною мірою, яка усуває небезпеку ураження людини ЕС при дотиканні до корпусу ЕУ або до інших неструмопровідних частин, які виявилися під напругою при замиканні фази на корпус або фази на землю. Занулення здійснює дві захисні дії – швидке автоматичне відключення пошкодженої ЕУ від мережі живлення та зниження напруги занулених металевих неструмопровідних частин, які виявилися під напругою відносно землі. Схема занулення передбачає глухе заземлення нейтралі СТ в трифазній мережі струму (або виводу джерела однофазного струму, або середньої точки джерела в мережах постійного струму). Окрім цього, обов'язкова наявність двох нульових проводів: нульового робочого і нульового захисного (НРП і НЗП).

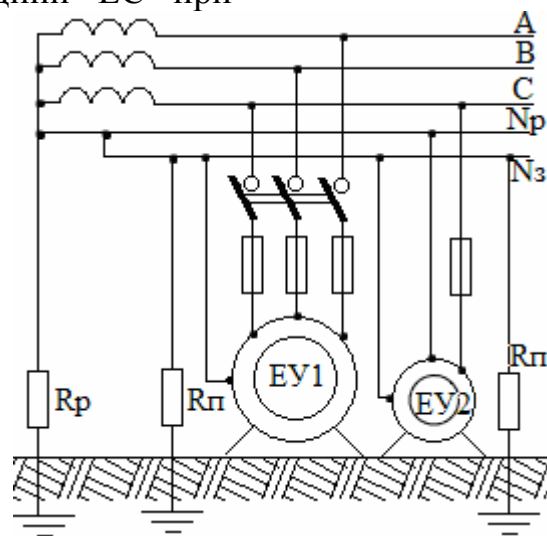


Рис.8

НРП (N_p) відіграє роль елемента замкнутого електричного кола (витоку струму) для однофазних споживачів електроенергії (електродвигунів, електроплит, електроламп тощо), які живляться фазною напругою.

НЗП (N_z) – провідник, який з'єднує корпуси ЕУ-с з глухозаземленою нейтральною точкою обмотки СТ.

Основна функція НЗП – створення кола з малим опором для струму при замиканні фази на корпус ЕУ, що перетворює це замикання в однофазне КЗ.

Призначення РЗ (R_p) – це зниження напруги занулених корпусів ЕУ-с і НЗП відносно землі до безпечного значення при замиканні фазного провідника на землю. Для мережі 380/220В визначено еквівалентний опір заземлення нейтралі СТ $R_p = 4$ Ом.

Призначення ПЗ (R_n) – зниження напруги занулених корпусів ЕУ-с відносно землі в період замикання фази на корпус як при справній схемі занулення, так і у випадку обриву НЗП. Надійність роботи схеми занулення забезпечується тоді, коли кількість ПЗ-с не менше двох. Для мережі 380/220В визначено, що $R_n = 30$ Ом.

Кожна ЕУ, яка підлягає зануленню, повинна бути приєднана за допомогою окремого відгалуження до НЗП. За відгалуження можна брати спеціальну жилу кабеля, спеціальний провід, сталюну трубу або короб, алюмінієву оболонку кабеля.

Повна провідність відгалуження і НЗП повинна бути не менше 50% провідності фазного провідника.

Для забезпечення неперервності НЗП (від усіх корпусів ЕУ-S до СТ), всі його з'єднання виконують зварними. Кінець відгалуження приєднують до корпусу ЕУ зваркою або під болт стандартизованого діаметру (М4, М5, М6, М8, М10, М12), якому відповідає певне значення струму, який споживає електроприймач (до 16А, 16÷25А, 25÷100А, 100÷250А, 250÷630А, понад 630А).

«2 рівень» ↓

Відповідно до Правил будови електроустановок (ПБЕ), найменші розміри НЗП у вигляді ізолюваного мідного (алюмінієвого) провідника повинні бути 1,5 мм² (2,5 мм²). Теж саме для жил кабеля 1мм² (2,5 мм²). Товщина стінки сталюї труби, яка використовується як НЗП повинна бути 1,5 мм (у будівлі), та 2,5 мм (у зовнішніх електроустановках).

НЗП приєднується до НРП на певній нерухомій жорсткій конструкції (опорі ЛЕП, розподільному щиті, збірній панелі, щитку, коробці відгалуження тощо).

Магістралі занулення і відгалуження повинні бути доступні для огляду, крім НЗП-S, які прокладені в трубах і коробах або які є нульовими жилами кабелю.

«1 рівень» ↓

Для забезпечення неперервності кола занулення заборонено установлення в НЗП або в його відгалуження вимикачів і запобіжників. Однополюсні вимикачі потрібно установлювати в фазних провідниках, а не в НРП. Виняток становить використання вимикачів, які одночасно відключають НРП і фазні провідники.

«2 рівень» ↓

Аналіз перехідного процесу, який відбувається в момент КЗ, показує, що ймовірність перегорання запобіжника, який установлений в НРП більше ймовірності перегорання запобіжника, який установлений в розриві фазного провідника в 2-3 рази (імпульс коливання струму, як правило, “пробиває” на землю). Як результат, корпус ЕУ може стати під напругою, що небезпечно для людини. Тому, ПБЕ забороняють установлювати для однофазних споживачів запобіжники або автоматичні вимикачі (АВ-S) в НРП, який відіграє роль суміщеного НРП.

«1 рівень» ↓

Занулення неструмоведучих металевих частин ЕУ-S має мету забезпечення автоматичного відключення аварійної ділянки електричної мережі. **Принцип дії занулення** полягає в перетворенні замикання фазного провідника на корпус ЕУ в однофазне КЗ, в результаті чого виникає великий струм, здатний забезпечити швидке спрацьовування пристрою максимального струмового захисту (ПМСЗ). В результаті пошкоджена ЕУ вимикається від мережі живлення (селективне вимкнення). В аварійний період, тобто з моменту виникнення замикання на корпус і до автоматичного вимкнення пошкодженої ЕУ від мережі, заземлення ЕУ через НЗП зменшує напругу між корпусом і землею. Як ПМСЗ використовують **плавкі запобіжники** (ПЛЗ-S) або **автоматичні вимикачі** (АВ-S), які встановлюються перед ЕУ-S (останні відіграють роль електроспоживачів).

«2 рівень» ↓

При зануленні розв'язуються дві задачі: автоматичне відключення пошкодженої ЕУ від мережі живлення і усунення небезпеки ураження людини ЕС при пробі на корпус. Умовно можна виділити **дві функції ПМСЗ** - *робочий захист і захист персоналу*. Критеріями такого поділу є чутливість апаратури захисту і проміжок часу спрацювання ПМСЗ, який не повинен перевищувати максимально припустимого значення $\Delta t_{\max}$, що залежить від граничної сили струму та фізико-геометричних характеристик ПМСЗ. Цей проміжок часу визначається **уставкою АВ за часом** – значенням витримки часу, на який відрегульовано апарат захисту.

Правильно підібрані ПЛЗ-S мають відносно велику надійність, яка характеризується високою ймовірністю спрацювання (близькою до 1), але на противагу недоліком є досить великий проміжок часу плавлення плавкого елемента (матеріалу вставки ПЛЗ) під дією ЕС, який може досягати 5-7с. Відповідно до ДНАОП 12.1.038-82, вказаному проміжку часу повинні відповідати гранично допустима напруга дотикання (20В) і струм (6мА). Але при аварійних ситуаціях значення струму і напруги можуть бути відносно вищі, незважаючи на зниження напруги дотикання при наявності ПЗ-S. Таким чином, **занулення є необхідною, але недостатньою мірою забезпечення електробезпеки**. Разом з тим, ПЛЗ-S дуже ефективні як *робочий захист* ЕУ-S від струмів КЗ і перевантажень. Приведемо деякі типи запобіжників: ПР-2-15, ПН-2, ПП-61, ПНБ-40.

Швидко автоматичне вимкнення пошкодженої ЕУ від мережі живлення здійснюється АВ. Головним чином, АВ-S призначаються як робочий захист, тобто захист електричних мереж і ЕУ-S від аварійних режимів роботи (КЗ, перевантаження, зниження напруги). Вони обладнані **розчіплювачами** які за принципом дії поділяються на теплові, електромагнітні, напівпровідникові та комбіновані.

Теплові розчіплювачі виконуються на основі біметалевих елементів і входять у схеми теплових реле, контакторів, магнітних пускачів і АВ-S середньої та великої потужності. Їх висока надійність роботи скомпенсована небажаною для безпеки людини вадою – порівняно високою інерційністю (спрацювання зі значною витримкою часу). Тому термобіметалеві розчіплювачі, як правило, використовуються як робочий захист. Виняток становлять АВ-S з тепловими розчіплювачами, які мають обернено залежну від струму характеристику і проміжок часу відключення не більше 0,2с.

Електромагнітні розчіплювачі функціонують за законами електродинаміки і можуть уявлятися як електромагнітно-механічні системи. Контактномеханічна складова таких систем знижує їх надійність, яка нижча, ніж надійність теплових розчіплювачів і плавких вставок запобіжників. Разом з тим, проміжок часу спрацювання АВ з електромагнітними розчіплювачами відносно менший і не перевищує 0,1с. Існують комбіновані розчіплювачі (електромагнітно-теплові). Найбільш поширені серії АВ-S: А-3000, АЕ-1000, АЕ-2000, АП-50, АК-50, А-63, “Електрон”, АБ-25 тощо.

Напівпровідникові розчіплювачі – це безконтактні системи, які складені на базі діодів, транзисторів, інтегральних мікросхем, елементів серії “ЛОГІКА”.

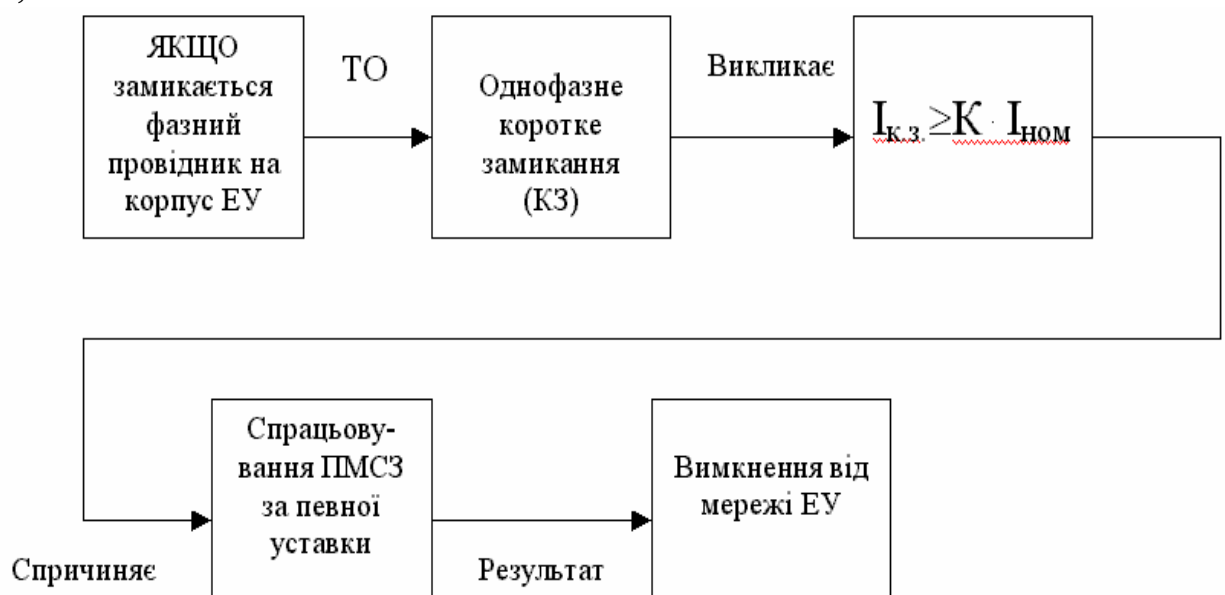
Як вихідні елементи таких систем можуть використовуватися розв'язувальне реле на герконах, які мають підвищену швидкодію (0,8-8мс). Велика ступень інтеграції елементів і можливість перепрограмування параметрів уставки при зміні режимів роботи захищеного обладнання приводить до високої надійності та швидкодії (не більше 0,05с) мікропроцесорних реле. Але застосування напівпровідникових АВ суттєво обмежується радіоактивним забрудненням, високими температурами середовища і довготривалими великими струмами.

Для захисту людей від ураження ЕС використовують АВ-S з тривалістю вимкнення пошкодженої ділянки мережі не більше 0,2 с. (проміжок часу найменшої ймовірності ураження людей ЕС). Перевага віддається селективно чутливим і надійним АВ-S.

Відповідно з ПБЕ, в ЕУ-S до 1кВ з глухозаземленою нейтраллю, з метою забезпечення автоматичного вимкнення аварійної ділянки, провідність фазних і нульових захисних провідників повинна бути вибрана такою, щоб при замиканні на корпус або на НЗП виникав струм КЗ, який перевищує не менше як:

- у 3 рази номінальний струм плавкого елемента найближчого запобіжника;
- у 3 рази номінальний струм нерегульованого розчіплювача або уставку струму регульованого розчіплювача АВ, який має обернено залежну від струму характеристику: $k = I_{кз} / I_{ном} \geq 3$.

При захисті мереж АВ-S, які мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), провідність зазначених провідників повинна забезпечувати силу струму не нижче уставки струму миттєвого спрацьовування, помножений на коефіцієнт, який враховує розкид (за заводськими даними), і на коефіцієнт запасу 1,1. При відсутності заводських даних для АВ з номінальним струмом до 100А кратність струму КЗ відносно уставки (K) потрібно приймати не менше 1,4, а для АВ з номінальним струмом більше 100А – не менше 1,25, тобто $K \geq 1,4$ або $K \geq 1,25$.



«1 рівень» ↓

Занулення забезпечує безпеку шляхом швидкого вимкнення пошкодженого електрообладнання. Звідси **основна вимога до занулення** – викликати спрацювання ПМСЗ. При цьому коло НЗП повинно бути неперервним від кожного корпусу ЕУ-S до нейтралі джерела живлення: всі з'єднання НЗП виконують зварними і заборонено встановлення в НЗП вимикачів і запобіжників. Занулення корпусу світильника повинно виконуватися окремим проводом, який безпосередньо підключається до НЗП. При цьому гвинтову частину лампових патронів і пробкових запобіжників необхідно підключати до НРП, а фазний провід через вимикач – до контакту основи конструкції. Заборонено послідовне з'єднання корпусів при зануленні.

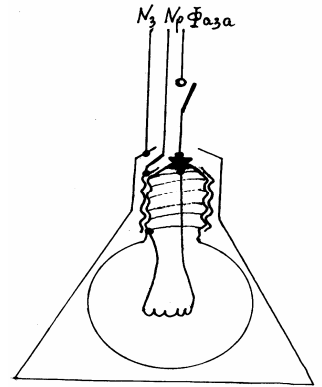


Рис. 10. Занулення корпусу світильника

«1 рівень» ↓

Розрахунок занулення складається з трьох частин.

1. **Розрахунок на вимикаючу здатність** – визначення величини струму однофазного КЗ і порівняння кратності цього струму з номінальним струмом ПМСЗ. Значення струму однофазного КЗ (тобто між фазним і НЗП) $I_{кз}$ повинен задовольняти умові $I_{кз} \geq k \cdot I_{ном}$, де k – коефіцієнт кратності номінального струму $I_{ном}$ плавкої уставки запобіжника або уставки струму спрацювання АВ.

Якщо ЕУ захищається ПЛЗ-S, які мають обернено залежну від струму характеристику (при зростанні струму проміжок часу перегорання плавкої вставки зменшується), то з метою прискорення відключення приймають $k \geq 3$.

При захисті мережі АВ-S з електромагнітними розчіплювачами кратність струму приймається $k = 1,1$. При відсутності заводських даних $k = 1,4$ для АВ-S з номінальним струмом спрацювання $I_{ном} < 100A$ і $k = 1,25$ при $I_{ном} \geq 100A$.

Струм замикання фази на корпус ЕУ, тобто струм однофазного КЗ в петлі “фаза-нуль” визначається за наступною наближеною формулою: $I_{кз} = U_{\phi} / (\frac{Z_T}{3} + Z_n)$, де U_{ϕ} – фазна напруга; Z_T – модуль повного опору обмоток СТ (розрахункові дані); Z_n – модуль повного опору петлі “фаза-нуль” (визначається розрахунком або вимірюванням). Зазначимо, що петля “фаза-нуль” – це відрізок електричного кола, який включає у себе: а) частину довжини НП (від ЕУ до нейтральної точки СТ); б) обмотку СТ; в) частину довжини фазного проводу (від ЕУ до обмотки СТ, який включає запобіжник і корпус ЕУ).

2. **Визначення максимальної напруги корпусу ЕУ відносно землі при замиканні фази на корпус.**

Як буде показано далі (див. рівень 3), ця напруга при наявності ПЗ визначається за формулою: $U_K = I_{K.3.} \cdot Z_{H3.} \cdot R_{\Pi} / (R_p + R_{\Pi})$, де R_{Π} – опір ПЗ або еквівалентний опір всіх m повторних заземлень у даній лінії: $R_{\Pi} = 1 / \sum_{i=1}^m 1/R_{\Pi i}$.

Якщо значення величин опору повторних заземлень однакові, тобто $R_{\Pi i} = R_0 (i = \overline{1, m})$, то $R_{\Pi} = R_0 / m$. Допустимий еквівалентний опір повторних заземлень у лінії при умові, що напруга на корпусі відносно землі не більше гранично допустимої $U_{гр.д.}$, визначається із формули:

$$R_{\Pi} \leq U_{гр.доп.} \cdot R_p / (I_{K.3.} \cdot Z_{H3.} - U_{гр.доп.}).$$

Таким чином, якщо напруга на корпусі ЕУ стає більше гранично допустимої ($U_K > U_{гр.д.}$), то необхідно збільшувати поперечний переріз НЗП, або застосовувати додаткове повторне заземлювання НЗП.

3. Розрахунок робочого і повторного заземлень.

Цей розрахунок проводиться аналогічно розрахунку захисних заземлень ЕУ-S.

«3 рівень» ↓

Виведемо формулу сили струму, який проходить через тіло людини I_L , при наявності повторного заземлення НЗП (рис. 11). За законом Ома: $I_L = U_K / R_L$, де теоретичне значення активного опору тіла людини $R_L = 1$ кОм, а U_K – падіння напруги між корпусом ЕУ і землею, яке можна виразити через потенціали:

$$U_K = -\Delta\varphi = -(\varphi_2 - \varphi_1) = \varphi_1 - \varphi_2.$$

По відношенню до нульової точки N джерела струму, два послідовно з'єднані опори R_{Π} і R_p

виконують функції дільника напруги:

$$U_K + U_p = U_{H.3.}, \text{ або } I_3 \cdot R_{\Pi} + I_3 \cdot R_p = I_{K.3.} \cdot Z_{H.3.},$$

звідси

$I_3 = I_{K.3.} \cdot Z_{H.3.} / (R_p + R_{\Pi})$. Тому напруга на корпусі ЕУ: $U_K = I_3 \cdot R_{\Pi} = I_{K.3.} \cdot Z_{H.3.} \cdot R_{\Pi} / (R_p + R_{\Pi})$. Отже, сила струму, який проходить через тіло людини визначається за формулою:

$$I_L = I_{K.3.} \cdot Z_{H.3.} \cdot R_{\Pi} / (R_p + R_{\Pi}) \cdot R_L.$$

Струм КЗ визначається фазною напругою $U_{\phi} = 220$ В і комплексом повного опору петлі “фаза-нуль”, який складається з повного опору обмотки СТ ($Z_T / 3$), повного опору фазного і НЗП ($Z_{\phi} = R_{\phi} + jX_{\phi}$, $Z_{H.п.} = R_{H.п.} + jX_{H.п.}$), а також зовнішнього індуктивного опору петлі “фазний провідник – НЗП” (X_{Π}):

$$I_{K.3.} = U_{\phi} / \left(\frac{Z_T}{3} + Z_{\phi} + Z_{H.3.} + jX_{\Pi} \right).$$

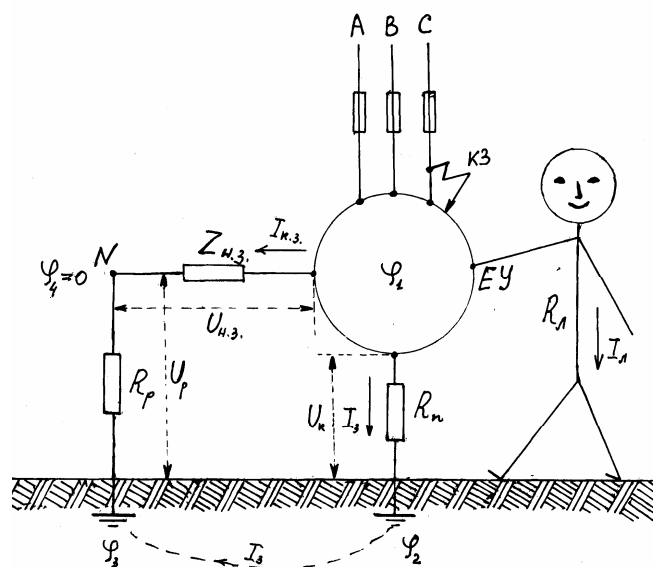


Рис. 11.

Так як за вимогою ПБЕ повна провідність НЗП повинна бути не менше 50% провідності фазного провідника, то відповідно $Z_{н.з.} = 2Z_{\phi}$. Нехтуючи відносно незначними опорами Z_T і X_n , а також вважаючи, що $R_p = R_n$, будемо мати: $I_L = U_{\phi} \cdot Z_{н.з.} \cdot R_n / [(Z_{\phi} + Z_{н.з.}) \cdot (R_p + R_n) \cdot R_L] =$

$$= U_{\phi} \cdot 2Z_{\phi} \cdot R_n / (3Z_{\phi} \cdot 2R_n \cdot R_L) = U_{\phi} / 3 R_L =$$

$$= 220 \text{ В} / (3 \cdot 1000) \text{ Ом} \approx 0,073 \text{ А} = 73 \text{ мА}.$$

Враховуючи те, що робоча характеристика уставки ПМСЗ обернено залежна від струму, знайдемо гранично максимальний (допустимий) проміжок часу спрацьовування захисту за умовами безпеки:

$$\Delta t_{\text{вим.}} = 50 / I_L = 50 / 73 \approx 0,68 \text{ с}.$$

Якщо б ПЗ було відсутнє, то напруга на корпусі пошкодженої ЕУ рівна падінню напруги на НЗП, тобто $U_K = I_{к.з.} \cdot Z_{н.з.}$. Струм, який проходить через тіло людини при його доторканні до корпусу, буде рівний:

$$I_L = U_K / R_L = I_{к.з.} \cdot Z_{н.з.} / R_L,$$

$$\text{де } I_{к.з.} \approx U_{\phi} / 3Z_{\phi}.$$

$$\text{Отже } I_L = 2 U_{\phi} / 3R_L =$$

$$= 2 \cdot 220 \text{ В} / 3 \cdot 1000 \text{ (Ом)} = 0,146 \text{ А} = 146 \text{ мА}.$$

Максимально допустимий проміжок часу роботи захисту:

$$\Delta t_{\text{вим.}} = 50 / I_L = 50 / 146 \approx 0,34 \text{ с}.$$

Висновок: повторне заземлення НЗП зменшує напругу на занулених корпусах у період замикання фази на корпус, чим забезпечує значно більшу безпеку людини. При цьому, максимально допустимий проміжок часу роботи захисту може бути в два рази більше, ніж у випадку, коли ПЗ відсутнє.

◀2 рівень▶ ⚡

Виконання системи занулення.

Як показано раніше, струм КЗ можна збільшити, знижуючи опір обмоток СТ і петлі “фаза-нуль”. Для цього вибирають СТ-S зі схемою трикутник-зірка (Δ/Y). Вони мають значно менший повний опір, ніж зі схемою з’єднання зірка-зірка (Y/Y).

Нейтраль СТ приєднується до робочого заземлювача (R_p) заземляючим провідником. Звичайно, це полосова сталь, переріз якої залежить від потужності СТ, але не повинна бути менше 24 мм^2 при прокладанні в будівлі та 48 мм^2 при прокладанні в землі (рис. 12).

Робочий заземлювач повинен бути розташований у безпосередній близькості від СТ. Його розрахунок проводиться лише за опором розтікання. При цьому в першу чергу необхідно використовувати природні заземлювачі. Для заземлення нейтралі СТ на стороні нижчої напруги (до 1кВ) може використовуватися заземлювач захисного заземлення на стороні вищої напруги (вище 1кВ).

Нейтраль СТ на стороні до 1кВ повинна бути приєднана до заземлювача і виведена на щит керування розподільчого пристрою (РП). Це здійснюється спеціальним провідником, який на даному відрізку є одночасно робочим і нульовим захисним. Якщо фази від СТ виводяться на цей щит керування шинами (або

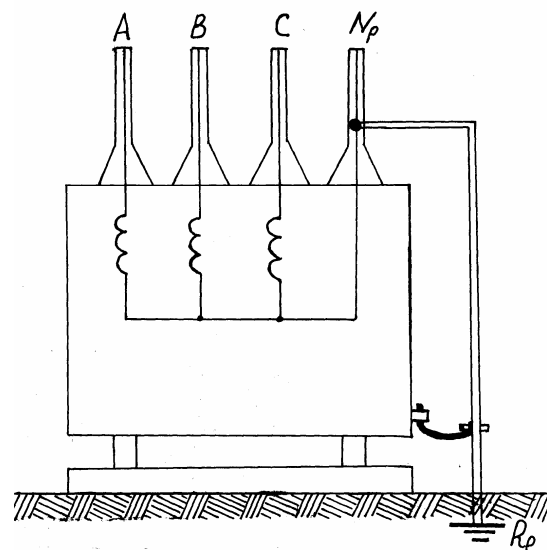


Рис.12.

ізолюваними проводами), то нульова точка повинна бути виведена шиною на ізоляторах (або ізолюваним проводом); при виводі фаз кабелем нульова точка виводиться четвертою жилою кабеля. Якщо кабель має алюмінієву оболонку, то вона може бути використана як НРП. Провідність НРП повинна бути не менше 50% провідності фазного провідника.

РЗ, до якого приєднана нейтраль СТ, і яке виконане штучними заземлювачами, не повинно перевищувати 15, 30 і 60 Ом відповідно напругам мережі 660/380, 380/220 і 220/127В. З врахуванням використання природних заземлювачів і повторних заземлень НЗП для того ж ряду напруг, ПБЕ нормують максимальні значення еквівалентного опору заземлення нейтралі СТ як 2,4 і 8 Ом.

На кінцях повітряної ЛЕП (або відгалуження від неї) довжиною більше 200м, а також на уводах від ЛЕП до ЕУ-С, які підлягають зануленню, повинні бути виконані повторні заземлення НРП (рис. 13). При цьому, в першу чергу необхідно використати природні заземлювачі, наприклад підземні частини опор повітряних ЛЕП і заземлюючі пристрої захисту від грозових перенапружень. Заземлюючі провідники для ПЗ повинні бути вибрані за умови довготривалого проходження струму силою не менше 25А. Вище приведеному ряду напруг мережі відповідно відповідає стандартизований ряд максимальних значень R_n (або еквівалентних опорів всіх повторних заземлень): 15,30 і 60 Ом (5,10 і 20 Ом). Реальні опори заземлюючих пристроїв кожного із ПЗ або загальний опір заземлюючих пристроїв всіх ПЗ нульового проводу кожної ЛЕП не повинні перевищувати вказані числові дані. При питомому опорі землі ρ більше 100 Ом*м припустимо збільшувати вказані норми в $0,01\rho$ раз, але не більше десятикратного.

Від джерела струму до електроспоживачів може бути прокладена в землі кабельна лінія. При цьому алюмінієві оболонки кабелів використовуються як НЗП.

Уводи в будинки промислового підприємства повинні бути устатковуваними щитовим приміщенням, в якому встановлюються увідно або увідно-розподільчі пристрої (УП або УРП), головний і повторний розподільчі щити (ГРЩ і ПРЩ). Перед уводом в будинок споруджують ПЗ, яке приєднують до корпусу ГРЩ. До корпусу приєднується НЗП, роль якого може відігравати спеціально передбачені для цієї мети провідники, алюмінієві оболонки кабелів, сталі труби електропроводок, металеві конструкції будівлі та конструкції виробничого призначення, металеві кожухи і опорні конструкції шинопроводів, металеві коробки і лотки ЕУ-S, металеві відкрито прокладені трубопроводи, за винятком трубопроводів запальних і вибуховонебезпечних речовин і сумішів, каналізації, центрального опалення і побутового водопроводу. Заборонено використовувати в ролі НЗП металеві оболонки трубчатих проводів, несучих тросів, металевих оболонок ізоляційних трубок, металорукавів, броні та свинцевих оболонок кабелів.

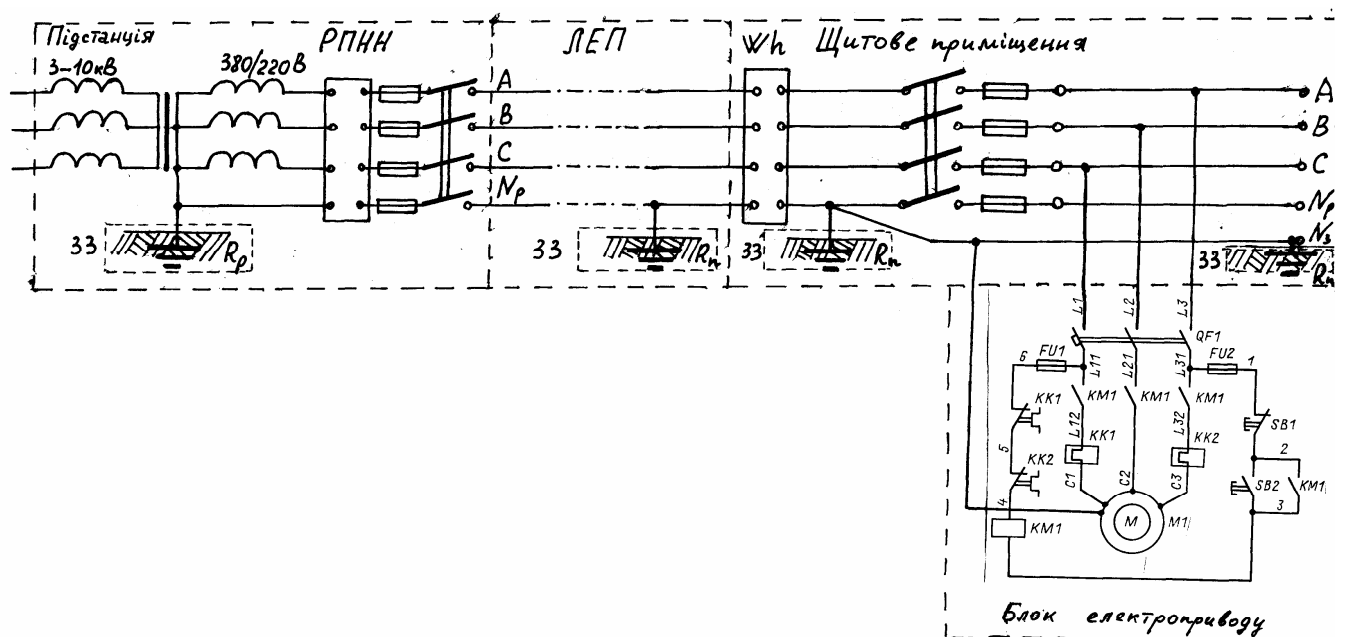


Рис.13. Структурна схема системи занулення,

де 33 – заземлювач; РПНН – розподільчий пристрій низької напруги; ЛЕП – лінія електропередачі; Wh – електророзподільний щит; МІ – електродвигун короткозамкнутий асинхронний; КК1, КК2 – електротеплові реле; ҚФ1 - автоматичний вимикач; SB1 / “Стоп” / і SB2 / “Пуск” / - кнопкові вимикачі; КМ1- магнітний пускатель і котушка електромагніту; FU1 і FU2 – запобіжники; R_p і R_n – робоче і повторне заземлення.

Нові ПБЕ забороняють використовувати суміщені нульові провідники (НРП виконує одночасно робочу і захисну функції). Це насамперед відноситься

до переносних електроприймачів однофазного струму (електрифікований інструмент, ручні електричні машини, світильники тощо). У випадку обриву НП і пробую фази на корпус, останній буде під фазною напругою. Тому для занулення таких електроприймачів повинен бути пристосований окремий третій провідник, який приєднаний у втичному з'єднувачі штепсельної вилки, розетки, відгалуженої коробки, в щиті, в щитку, в зборці та ін. до НЗП (рис. 14).

Вельми необхідно забезпечувати неперервність НЗП від кожного корпусу до нейтралі джерела живлення. Всі з'єднання НЗП виконують зварними, а відгалуження від магістралі занулення не повинні мати механічних з'єднань.

НЗП приєднується до корпусів електроприймачів зваркою або під болт стандартизованого діаметру. Для забезпечення неперервності кола занулення заборонено установлення в НЗП рубильників, вимикачів, запобіжників і АВ-S.

НЗП-S повинні бути захищені від можливих механічних пошкоджень і виконані умови запобігання хімічних впливів. У сухих без агресивного середовища приміщеннях НЗП допускається прокладати безпосередньо по стінам. У вологих, вогких і особливо вогких приміщеннях та в приміщеннях з агресивним середовищем НЗП необхідно прокладати на

відстані від стін не менше ніж 10мм. Прокладання НЗП у місцях переходу через стіни і перекриття повинно виконуватися, як правило, з їх безпосередньою закладкою. У цих місцях провідники не повинні мати з'єднання і відгалуження.

«2 рівень» ↓

Для забезпечення малого опору ліній занулення, їх рекомендується виконувати короткими і простими, збільшувати переріз провідників, сталі провідники замінювати провідниками із кольорових металів з малим індуктивним опором. Зовнішній індуктивний опір зменшують прокладанням НЗП і НРП разом або в безпосередній близькості з фазними провідниками, скорочуючи відстань між нульовими і фазними провідниками.

Для зниження напруг на занулених корпусах електрообладнання рекомендується повторні заземлювачі наближати до вузлів навантаження, скорочувати довжину НЗП і зменшувати опір повторних заземлювачів. Кількість останніх повинно бути не менше двох у приміщенні цеху, лабораторії, машинного залу тощо.

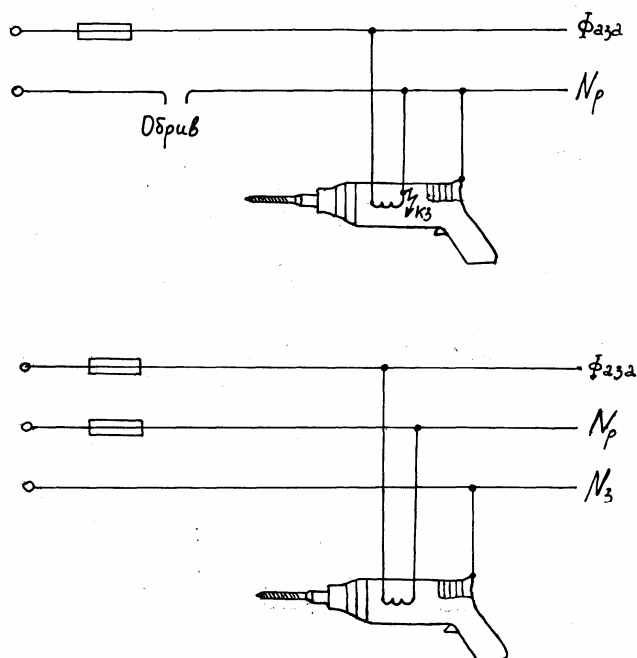


Рис.14. Занулення електродрилі

Якщо над повторним заземлювачем розмістити ЕУ, то безпека людини, яка випадково доторкається до корпусу аварійної ЕУ, значно зросте. Це пояснюється тим, що в момент КЗ скачкоподібно збільшується потенціал поверхні підлоги, на якій стоїть працівник, і одночасно зменшується напруга дотику до мінімального допустимого значення.

Великий ефект дає з'єднання з НЗП всіх заземлених металевих конструкцій будівлі, трубопроводів, металевих арматур підлоги, плит перекриття. При цьому напруга дотику зменшується до величини, приблизно рівною $(0,1 \div 0,01)U_k$. Крім цього, додатковий електропровідний зв'язок між корпусами обладнання за допомогою природних заземлювачів (металеві конструкції, трубопроводи, рейки тощо) зменшить напругу відносно землі НЗП і приєднаних до нього корпусів електрообладнання у випадку обриву НЗП. Проте, відзначимо, що хоча підсилення ПЗ значно зменшує небезпеку ураження ЕС, яка виникає в результаті замикання фази на корпус і обриву НЗП, але не може усунути її повністю і не може забезпечити тих умов безпеки, які існували до обриву.

Костюченко Михайло Петрович

**Дидактичне проектування цілей і змісту
професійно-теоретичної та професійно-практичної підготовки
(на прикладах професій електроенергетичного профілю)**

Навчально-методичний посібник

Редактор Бикова Л.О.

Комп'ютерна верстка Дорогавцева Н.О.

Підписано до друку "_17_" _01_ 2008 р.

Тираж 50 прим. Замовлення № 43

Віддруковано редакційно - видавничим відділом ДІПО ІПП

м. Донецьк, вул. Куйбишева, 31

СВІДОЦТВО: серія ДК № 636 від 17.10.2001 р.,

видане Держкомітетом інформаційної політики, телерадіомовлення України