МЕТОДИ І ЗАСОБИ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

УДК 371.134

МЕТОДИКА ПОБУДОВИ ЦИКЛУ ФАХОВИХ ДИСЦИПЛІН ДЛЯ ПРОГРАМИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

А. Г. Протасов

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, тел. (8-044) 454-95-47

Пропонується методика побудови циклу фахових дисциплін для навчальної програми підготовки студентів за спеціальністю «Прилади та системи неруйнівного контролю». Наведені основні спільні поняття, узагальнені розбіжності та схема логічних зв'язків елементів загальної структури фахових дисциплін.
Ключові слова: неруйнівний контроль, спеціальність, тепловий, оптичний, ультразвуковий, фахова дисципліна, прилади та системи неруйнівного контролю.

Предлагается методика построения цикла профессиональных дисциплин для учебной программы подготовки студентов за специальностью «Приборы и системы неразрушающего контроля». Приведены основные общие понятия, обобщенные разногласия и схема логических связей элементов общей структуры профессиональных дисциплин.
Ключевые слова: неразрушающий контроль, специальность, тепловой, оптический, ультразвуковой, профессиональная дисциплина, приборы и системы неразрушающего контроля.

It is proposed the main principles of the special discipline series formation for students of "Nondestructive Testing Systems and Devices" specialty training program. There are resulted basic general concepts, generalized disagreements and chart of logical connections of general structure elements of professional disciplines.
Keywords: non-destructive control, speciality, thermal, optical, ultrasonic, professional discipline, devices and non-destructive checking systems.

На жаль, сьогодні стан і якість інженерної освіти в Україні з певних причин залишається не належному рівні. Згідно статистичних досліджень, проведених вченими-педагогами, кожний четвертий студент не має чітко сформованого уявлення про свою майбутню спеціальність. Звідси, безумовно, розчарування у вибраній професії, невдоволеність організацією навчального процесу тощо [1]. Для студентів, що навчаються за спеціальністю неруйнівний контроль (НК) та технічна діагностика (ТД) вивчення матеріалу ускладнюється ще тим, що спеціальні предмети відносяться до різних напрямків наукових знань і студенту важко переключитись з одного предмета на інший та заглибитись у тонкощі кожного з них. Це іноді веде до втрати інтересу до навчання [2].

Перед викладачами вищої політехнічної школи сьогодні постає багато питань, які безпосередньо пов'язані з організацією навчального процесу. Наприклад, як виразити зміст навчальної інформації, що підлягає обов'язковому засвоєнню з кожної технічної дисципліни, з кожного конкретного питання майбутньої професійної діяльності сьогоднішніх студентів, як визначати глибину необхідних знань, як передати дану глибину в навчальній програмі, як на основі дидактики забезпечити засвоєння цього змісту студентами.

Вченими-педагогами напрацьовано багато методик і технологій, що спрямовані на удосконалення умов засвоєння знань, підвищення зацікавленості студентів у засвоєнні матеріалу, стимулювання розвитку розумової діяльності та ін. [3, 4]. У своїй дисертаційній роботі А. Яковишин [5] пропонує визначити елементарну «клітину», через яку можна було б виразити істотний зміст інформації про технічні знання взагалі. Він відмічає, що сьогодні, на жаль, у дидактиці немає такої елементарної «клітини», немає взагалі законів, за допомогою

яких можна було б виразити смисловий зміст навчальної інформації, глибину та обсяг необхідних знань. У роботі [6] Д. Ісаєв вважає, що засобом оптимізації навчально-виховного процесу слугують саме міжпредметні зв'язки, які передбачають використання внутрішніх ресурсів без додаткової витрати часу. Вони сприяють цілісному засвоєнню знань, умінь та навичок.

Автор роботи [7] С. Мамрич наголошує, що якість підготовки фахівця залежить від побудови структури змісту навчання, де враховані дидактичні принципи, що мають відображати адекватні їм складові технологічного рівня, які не допускатимуть розриву між теоретичними положеннями дидактики і способами творення конкретних освітніх методик.

Метою даної статті є спроба представити методику побудови циклу фахових дисциплін, яка б враховувала проблематику сучасної інженерної освіті а також особливості підготовки фахівців з неруйнівного контролю та технічної діагностики.

На наш погляд, найбільш ефективним способом зацікавлення студентів у навчанні, забезпеченні успішного засвоєння змісту навчальної програми, що сприяє формуванню у них необхідних компетентностей є використання методу аналогій та розбіжностей. В основі цього методу покладено процедуру порівняння, яка спонукає студентів шукати спільні риси та розбіжності для різних методів неруйнівного контролю в процесі вивчення спеціальних дисциплін. Цей процес активізує розумову діяльність студентів, вони сприймають всі спеціальні предмети як єдине ціле.

Сутність запропонованого методу полягає у наступному. По-перше, незважаючи на те, що спеціальні дисципліни потребують знань з різних наукових галузей, вони повинні мати єдину структуру для викладання. При побудові загальної структури фахових дисциплін, яка б задовольняла кожен з цих предметів, необхідно знайти спільні риси в кожній дисципліні. При цьому важливо знайти поняття, які є спільними для спеціальних дисциплін, розглянути їх в кожній дисципліні та наповнити неоднозначним змістом. Таким чином можна сформувати загальну структуру вираження змісту інформації про методи НК, яка мала б ознаки різних спеціальних дисциплін.

По-друге, необхідно зробити акцент на розбіжностях цих предметів. Це буде спонукати студентів при порівнянні одного предмета з іншим шукати не тільки спільні риси, але й відмінності та пояснювати їх, а це стимулюватиме студента глибше вникати у фізичну сутність методу контролю та діагностики.

Наприклад, зробимо порівняльний аналіз змісту таких дисциплін, як оптичний та тепловий методи контролю. Принцип дії оптичного методу неруйнівного контролю (ОМНК) заснований на генерації оптичного випромінювання (електромагнітних коливань видимого діапазону), опромінення об'єкту контролю (ОК) та реєстрації відбитого від нього випромінювання, яке несе інформацію про стан цього об'єкту. Дефектом для ОМНК є невідповідність геометричного розміру або кривизна площини поверхні об'єкту.

Принцип дії теплового методу неруйнівного контролю (ТМНК) подібний до попереднього методу. Відбувається генерація теплового випромінювання (електромагнітних коливань інфрачервоного діапазону), тобто нагрів ОК і реєстрація теплового випромінювання, яке випромінює ОК. Розподіл температури на поверхні ОК несе інформацію про внутрішню структуру ОК. ТМНК можуть визначати дефекти типу несуцільність об'єкту (раковини, тріщини), відхилення його теплофізичних властивостей від норми (включення матеріалів з відмінними властивостями).

При вивченні дисципліни ОМНК студенти повинні знати закони розповсюдження оптичного випромінювання, сутність фізичних явищ, що покладені в основу роботи оптичних приладів, перетворення світлової енергії на електричну. Вміти скласти схему оптичного приладу та провести його аналіз, проводити розрахунки оптичних вузлів та визначати похибки вимірювання неплощинності тощо.

При вивченні ТМНК студентам необхідно знати закони розповсюдження інфрачервоного випромінювання, теорію розповсюдження теплового поля у твердому тілі, принципи перетворення інфрачервоного випромінювання в електричний сигнал, фізичні принципи дії первинних перетворювачів, вміти зробити аналіз похибок вимірювання температури, побудувати тепловізійну систему контролю та на основі аналізу її структури визначити вірогідність визначення дефектів.

Таким чином, до спільних рис можна віднести генерацію та реєстрацію випромінювання. Розповсюдження цього випромінювання – оптичного та теплового – здійснюється за одними законами (прямолінійно, кут падіння дорівнює куту відбиття), обом притаманні явища дифракції, інтерференції, поляризації і т. п. Але ці

випромінювання відрізняються за своєю фізичною природою, внаслідок чого оптичне випромінювання є видимим, а інфрачервоне невидимим для людського ока. Обидва методи налаштовані на виявлення дефектів, але типи дефектів відрізняються.

Перетворення інформаційного сигналу (оптичного або теплового) у електричний здійснює первинний перетворювач. В обох випадках це може бути фоторезистор або напівпровідниковий фотодіод. Фізичний принцип дії цих перетворювачів однаковий як для оптичного, так і для теплового методу, але вони відрізняються рівнем чутливості у різних спектральних діапазонах електромагнітного випромінювання.

Порівняємо тепер зміст дисциплін ультразвукового та електромагнітного (вихрострумового) МНК. Принцип дії ультразвукового МНК заснований на збудженні ультразвукових коливань у ОК та подальшій реєстрації коливань, що пройшли через об'єкт або відбилися від дефектів.

Первинним перетворювачем у цьому методі контролю слугує п'єзоелектричний елемент, який має здатність перетворювати електричні коливання у механічні і навпаки. Електрична схема приладу, що реалізує цей метод, генерує радіоімпульс, який поступає на п'єзоелемент, який у свою чергу збуджує механічні коливання в ОК. В якості дефекту тут розглядається аномалія внутрішньої структури ОК, яка має відмінну від основної структури густину. Межа розділу структур з різною густиною відбиває частину ультразвукової енергії, яка і стає джерелом інформації про дефект.

В основі електромагнітного МНК лежить взаємодія електромагнітного поля, яка генерується перетворювачем з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться ним у матеріалі ОК. Інтенсивність і розподіл вихрових струмів залежать від електричних і магнітних властивостей матеріалу, розмірів і форми об'єкту контролю та наявності дефектів. Цей метод дозволяє визначати дефекти типу тріщина, відхилення товщини покриття від норми тощо. В якості первинного перетворювача використовують індукційну котушку, що є джерелом електромагнітного поля.

Вивчаючи дисципліну «Ультразвукові методи неруйнівного контролю» (УМНК) студенти опановують закони розповсюдження ультразвукового поля у ОК, фізичні принципи перетворення електричних коливань у механічні, будову первинного перетворювача, навчаються складати схеми ультразвукових приладів контролю, робити аналіз похибок вимірювання параметрів електричного сигналу, часу проходження ультразвукового імпульсу або його амплітуду.

При вивченні електромагнітного методу контролю студенти повинні знати закони розповсюдження електромагнітного поля та генерації вихрових струмів, фізичні принципи дії первинних перетворювачів (котушок, що генерують та приймають електричний сигнал), вміти складати схеми вихрострумових дефектоскопів, визначати похибки вимірювання амплітуди і фази електричних сигналів.

Таким чином, спільною рисою цих двох методів, як і в попередньому порівнянні, можна вважати генерацію та реєстрацію коливань, що взаємодіють з ОК та наступний їх аналіз. До розбіжностей можна віднести те, що коливання, які збуджуються в ОК, мають різну фізичну природу (відрізняються частотою), тому відрізняються своїми властивостями, принцип дії перетворювачів різний. Електромагнітний метод застосовують лише для контролю виробів з струмопровідних матеріалів, а ультразвуковий метод може бути застосований як для металів, так і діелектриків. Це означає, що дефекти теж мають відмінні риси.

При порівнянні теплових і ультразвукових методів НК можна знайти, що обидва методи можуть виявляти однакові дефекти тому, що матеріали з різною густиною мають і різні теплопровідності. А до розбіжностей можна віднести фізичний принцип роботи первинних перетворювачів та методику проведення контролю. При ТМНК береться до уваги відмінність теплопровідності дефекту від теплопровідності ОК і вимірюється різниця температур дефектної та бездефектної ділянок поверхні ОК. УМНК використовують у випадку, коли дефект відрізняється густиною і вимірюють при цьому час проходження ультразвукового імпульсу або його амплітуду.

Таким чином, проведений аналіз дає нам змогу визначити спільні поняття, що характерні для кожної фахової дисципліни. Спільними поняттями можна вважати: дефект, випромінювання або фізичне поле, первинний перетворювач, перетворення інформаційного сигналу у електричний, похибку вимірювання фізичної величини, інтерпретацію результату контролю тощо. Ці поняття є спільними і для дисциплін „Контроль проникаючим випромінюванням" та „Електричні методи НК", де розглядається взаємодія з об'єктом контролю рентгенівського випромінюванням та електричного поля.

На рис. 1 схематично представлена діаграма

основних спільних понять для фахових дисциплін.

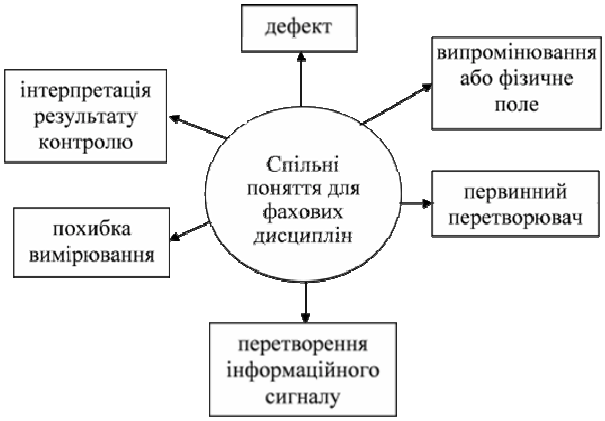


Рисунок 1 – Основні спільні поняття для фахових дисциплін

В той же час, для кожної дисципліни ці поняття мають різне наповнення. Так, наприклад, у навчальному курсі ОМНК під поняттям «дефект» мається на увазі невідповідність еталону геометричного розміру або кривизни площини ОК, а при вивченні дисципліни УМНК дефектом вважається включення в структуру об'єкта, що відрізняється від основного матеріалу густиною. Узагальнені розбіжності спільних понять для деяких фахових дисциплін наведені у табл. 1.

Виходячи з зазначеного вище, ми можемо запропонувати загальну структуру змісту фахових дисциплін:

1) інформація про ОК та можливі дефекти;
2) теорія фізичного поля та його взаємодія з ОК;
3) фізичні принципи роботи первинного перетворювача;
4) теорія перетворення інформаційного сигналу в електричний;
5) принципи обробки аналогового сигналу;
6) теорія перетворення аналогового сигналу у цифровий код;
7) теорія побудови видимого зображення;
8) аналіз похибок, що впливають на результат контролю.

Логічні зв'язки елементів структури фахових дисциплін можна представити у вигляді, як показано на рис. 2.

Таблиця 1 – Узагальнені розбіжності спільних понять фахових дисциплін

Параметр		Дисципліни			
		Оптичні МНК	Теплові МНК	Ультразвукові МНК	Електро-магнітні МНК
Спільні поняття	Дефект	невідповідність геометричного розміру, кривизна площини	відхилення теплофізичних властивостей	відмінності густини	невідповідність електричних і магнітних властивостей
	Випромінювання або фізичне поле	оптичне	теплове	ультразвукове	електромагнітне
	Первинний перетворювач	фотодіод, фоторезистор	термометр, терморезистор	п'єзоперетворювач	Вихрострумовий перетворювач
	Перетворення інформаційного сигналу	світлового потоку	теплового потоку, температури	ультразвукових (механічних) коливань	Електромагнітних коливань
	Похибка вимірювання	неплощинності, непрямолінійності, незіосності	температури, теплового потоку	часу проходження імпульсу	фази, амплітуди
	Інтерпретація результату контролю у вигляді	оптичного зображення	різниці температур, теплових потоків	різниці часу проходження імпульсу	зміни фази, амплітуди

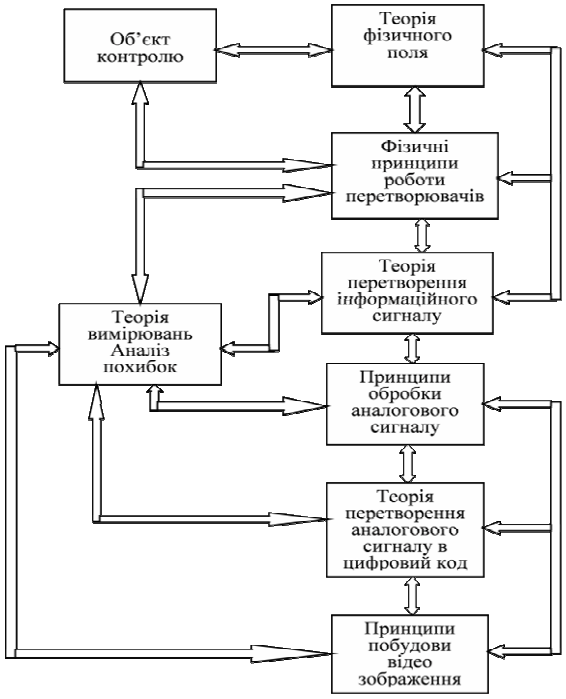


Рисунок 2 – Схема логічних зв'язків елементів загальної структури фахових дисциплін

Структура вивчення фахових дисциплін характеризується певною логічністю та систематичністю, вона утворює систему, головною рисою якої є нерозривність і цілісність, яка виражає зміст інформації про НК та ТД. Запропонована система дозволяє виділити головні елементи змісту навчання і базується на таких категоріях, як поняття, закони, теорії тощо.

ВИСНОВКИ

Поєднуючи інформацію різних дисциплін, запропонована структура сприяє логічному упорядкуванню системи знань і змушує студента систематизувати отриману інформацію, а це формує нові загальні знання, які неможливо отримати при вивченні окремого предмета.

На основі аналізу змісту та методів спеціальних фахових дисциплін запропонована методика побудови циклу цих дисциплін, яка не тільки дає студенту навчальну інформацію, але й стимулює його пізнавальний інтерес щодо даної спеціальності та навчання взагалі.

1. Лисовский В. Г. Личность студента / В. Г. Лисовский, А. В Дмитриев. – Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1974. – 184 с. 2. Protasov A. The Professional Training Features for Non-Destructive Testing Graduate Students / A. Protasov : proceedings of the American Society for Engineering Education. Annual conference ASE; Austin, Texas, June 2009. 3. Грищенко М. М. Дидактичні поради молодому викладачу / М. М. Грищенко. – К.: Вища школа, 1973. – 68 с. 4. Ракушняк Г. С. Дидактичні аспекти рейтингового контролю знань студентів / Г. С. Ракушняк, Г. С. Попова // Вісник Вінниц. політех. ін-ту – 1996. – №2. – С. 59–62. 5. Яковишин П. А. Теоретичні і методичні основи навчання студентів методів аналізу і синтезу механізмів і машин.: дис. ... докт. пед. наук: 13.00.04./ П. А. Яковишин – Київ, 2001. – 474 с. 6. Исаев Д. И. Межпредметная интеграция как средство информационно-познавательной компетентности у учащихся 5 – 8-х классов / Д. И. Исаев // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2007. – №4. – С. 59–62. 7. Мамрич С. Обґрунтування змісту професійної підготовки фахівців радіотехнічного профілю в навчально-науково-виробничих комплексах / С. Мамрич // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2002. – №1. – С. 99–106.

Поступила в редакцію 27.11.2009р.

Рекомендував до друку докт. техн. наук, проф. каф. МПКЯ і СП ІФНТУНГ, Середюк О.Є.