Розділ 1

ТЕРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ І НАВЧАННЯ

УДК 377.3:005.337.2:519.876.5:621

Айстраханов Д.Д.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ МАШИНОБУДІВНОГО ПРОФІЛЮ

Постановка проблеми. Різноманітність сучасних підприємств обумовлює потребу в таких кваліфікованих робітниках, які компетентні в обраній сфері професійної діяльності. Сьогодні ринок праці вимагає чіткого визначення професійної компетентності кваліфікованих робітників різних секторів економіки. Крім того, саме кваліфікований робітник є точкою перетину різних економічних і, відповідно, політичних інтересів. Так, для нашої держави – це стабільна база оподаткування, паросток середнього класу; для роботодавця – джерело прибутку; з точки зору марксистсько-ленінської філософії – соціальна база ймовірних соціалістичних революцій та провідний клас комуністичних суспільств, основна форма існування людства в його посткомуністичній історії. Перехід від індустріальних технологій до науково-інформаційного виробництва, бурхливий розвиток інформатизації всіх сфер життєдіяльності суспільства, зокрема впровадження сучасних технологій виробництва потребують відповідних змін щодо підготовки кваліфікованих кадрів для машинобудування – ключової галузі економіки, її станового хребта.

Вищезазначене потребує при підготовці кваліфікованих робітників машинобудівного профілю застосовувати компетентнісний підхід. Перехід до цього підходу дає можливість відмовитися від традиційної когнітивної моделі навчання, коли в учнів формується в основному здатність до репродуктивної діяльності. Ідеї компетентністного підходу як сучасної парадигми освіти розглядаються в роботах В. А. Болотова, І. О. Зимньої, В. Єльникової, В. В. Краєвського, Ю. Г. Татура, А. В. Хуторського, М.А.Чошанова, В. В.Ягупова та ін.

Аналіз досліджень і публікацій. В останнє десятиліття в педагогічних дослідженнях усе більшого поширення набувають дослідження, пов’язані з моделюванням понятєвих, процесуальних, структурних і концептуальних характеристик та окремих «сторін» навчання й виховання в межах національного соціокультурного простору на загальноосвітньому й професійно-орієнтованому рівнях. Так, з 2001 р. в Україні захищено понад 220 дисертацій, в яких використовується термін «моделювання». Але, на думку В. П. Беспалько, яку поділяємо, методи дослідження педагогічної науки «ще сильно контрастують на фоні загальних успіхів природничих і точних наук» [1, с. 4]. Зважаючи на це, завдання вчених-педагогів вбачається у тому, «...щоб скоріше вивести її зі стану традиційних описових рекомендацій і словесних побудов на шлях моделювання, сучасного експерименту і практичного застосування результатів» [1, с. 4].

Метою статті є обґрунтування необхідності побудови та використання математичних моделей для дослідження професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю.

Виклад основного матеріалу. У педагогіці «модель» – система об’єктів чи знаків, що відтворює деякі суттєві властивості системи-оригінала, а «моделювання» – матеріальне чи мисленне імітування реально існуючої педагогічної системи шляхом створення спеціальних аналогів (моделей), в яких відтворюються принципи організації та функціонування цієї системи» [2, с.170-171]. Є. О. Лодатко [3] зазначає, шо моделювання в педагогіці має особливості, серед яких:

- нечіткість, розпливчатість педагогічних понять;
- складність, постійна видозміна й топічність педагогічних явищ, об’єктів і процесів;
- наявність критеріїв і засобів, які б дозволяли визначати «рівень» досягнення поставлених цілей, вимірювати результати реалізації процесів, визначати якісні оцінки педагогічних феноменів, особистісних здобутків суб’єктів педагогічного процесу тощо;
- соціокультурний характер об’єкта дослідження, багатогранність його прояву в реальності породжує складність його формалізації.

Класифікації моделей існують різні. Так, відомо, що за способом відображення дійсності розрізняють три основних види моделей: евристичні (концептуальні), натурні (фізичні) та матема-

тичні. Для моделювання професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю можливе використання евристичних та математичних моделей.

Евристичні моделі, як правило, представляють собою образи, що малюються в уяві людини. Їх опис ведеться словами природної мови (наприклад, «вербальна інформаційна модель») і звичайно неоднозначно і суб'єктивно. Ці моделі є неформалізуємими, тобто не описуються формально-логічними і математичними виразами, хоча і народжуються на основі подання реальних процесів і явищ. Евристичне моделювання – основний засіб вирватися за рамки буденного і усталеного. Але здатність до такого моделювання залежить насамперед від багатства фантазії людини, її досвіду і ерудиції. Евристичні моделі використовують на початкових етапах проектування або інших видів діяльності, коли відомості про розроблювані системи ще мізерні. На наступних етапах проектування ці моделі замінюють на більш конкретні та точні.

Так, в результаті проведених досліджень, вважаємо, що професійна компетентність кваліфікованого робітника машинобудівного профілю означатиме системне інтегративне поліфункціональне утворення щодо суб'єкта професійної діяльності, яке складається з сукупності структурних компонентів (ціннісно-мотиваційний, професійно-важливі якості, професійний, фаховий, технологічний, технічний, діяльнісний та суб'єктний) й проявляється в здатності випускника на рівні певного стандарту відповідати вимогам обраної професії на підприємствах машинобудівного профілю та успішно реалізовувати свої посадові обов'язки. Специфіка його професійної компетентності полягає в заглибленості всіх її складових у сфері машинобудування. Під терміном «структурні компоненти професійної компетентності» розуміємо такі смислові характеристики і здатності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю, які компоновані за смисловим наповненням і являють собою множини певних показників сформованості професійної компетентності, що підлягають вимірюванню тими чи іншими кваліметричними методами, методами психодіагностики й статистики.

Кількість параметрів, що характеризують поведінку не тільки реальної системи, але і її моделі, дуже велика. Для спрощення процесу вивчення реальних систем виділяють декілька рівнів їх моделей, що розрізняються кількістю і ступенем важливості врахування властивостей і параметрів.

Функціональна модель призначена для вивчення особливостей роботи (функціонування) системи та її призначення у взаємозв'язку з внутрішніми і зовнішніми елементами. Графічним представленням цих моделей служать блок-схеми. Функціональна модель є абстрактною моделлю. Такі моделі доцільно використовувати для процесів впливу інших компентентностей на професійну кваліфікованих робітників машинобудівного профілю. Поки що це відкрите питання, і відповідь на нього дасть змогу побудувати модель майбутнього фахівця машинобудівного профілю.

Структурна модель. Так, під структурною моделлю професійної компетентності кваліфікованого робітника машинобудівного профілю маємо на увазі наступну структурну модель, наведену на рис. 1, яка є гіпотезою і потребує експериментального підтвердження, що стає можливим завдяки запропонованому підходу. Під структурною моделлю процесу зазвичай також мають на увазі послідовність, що характеризує його склад стадій і етапів роботи, сукупність процедур і залучених технічних засобів, взаємодію учасників процесу. Такі моделі можуть бути використані для опису процесів впливу модельних рішень на педагогічний процес.

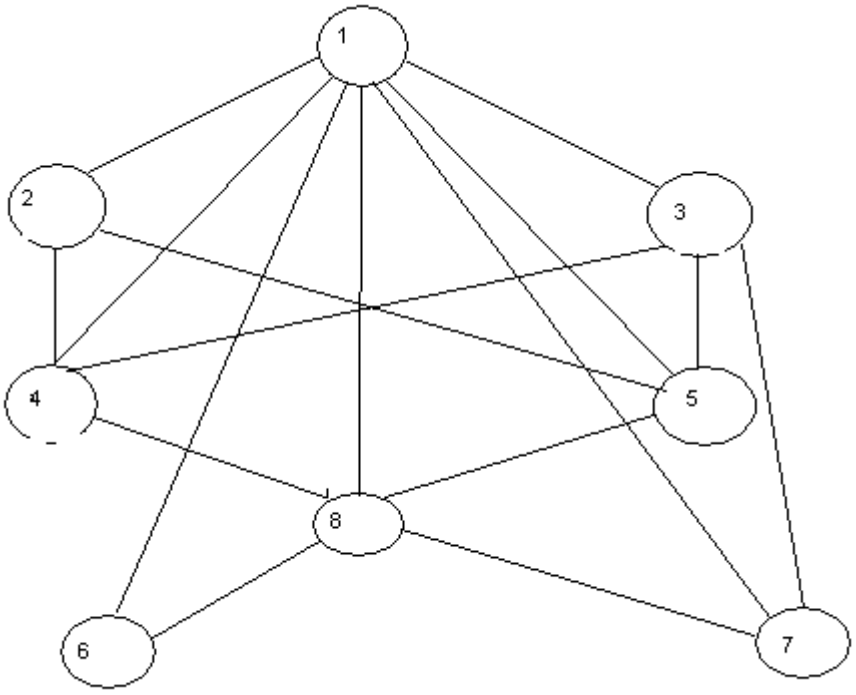
Зауважимо, що більшість дослідників педагогічних процесів та явищ зупиняються саме на побудові концептуальних моделей, а також функціональних та структурних моделей.

Широкі перспективи відкривають перед дослідниками педагогічних процесів і систем саме математичні моделі. У роботі Р. Пайерлса [4] їх класифікація проаналізована і розширена. Ця класифікація сфокусована, в першу чергу, на етапі побудови змістовної моделі. М. А. Якубовські «наводить системний аналіз можливостей математичного моделювання складних процесів у професійній освіті» [5, с. 163]. Вчений наводить теоретичний апарат для побудови математичної моделі, моделювання професійної діяльності вчителя [5, с. 148-154], пропонує використання синергетичного підходу при застосуванні лінійних та нелінійних математичних моделей [5, с. 155-156] з доповненням їх нечіткими системами, що можуть коректувати чи утворювати новий клас математичних моделей [5, с. 158].

Аналіз математичних методів та моделей представлення знань про предметну область виконано М. І. Лазарєвим [6, с. 38-49]. Дослідник подає класифікацію моделей представлення знань про предметну область у вигляді ієрархічної структури. Перелічимо основні моделі: логічні, комбінаторні, евристичні, мережеві. До речі, останнім часом в світі успішно у різних предметних га-

лузях застосовуються нейро-нечітке моделювання та методи отримання нової інформації Data-mining.

Різні аспекти моделювання компетентностей та компетенцій розглядаються в працях Дж. Равена, С. Уіддетта, С. Холліфорд, А. В. Дабагян, М. Ш. Магомед-Емінова, І. О. Зимньої, Е. А. Лодатко, О. П. Денисової, В. В.Ягупова, О. М. Яригіна та ін.



1 - суб'єктний компонент;
2 - ціннісно-мотиваційний компонент;
3 - професійно-важливі якості;
4 – фаховий компонент;
5 - технологічний компонент;
6 - технічний компонент;
7 – професійний компонент;
8 - діяльнісний компонент.

Рис. 1. Структура професійної компетентності кваліфікованого робітника машинобудівного профілю

Сучасна наука успішно розв'язує проблеми розробки та впровадження в практику методів дослідження динаміки функціонування складних систем. До класу складних систем, як правило, відносять великі технологічні, виробничі, енергетичні, комунікаційні комплекси, системи автоматизованого управління, багатопроцесорні обчислювальні системи високої продуктивності та інші об'єкти. Окрім згаданих «технічних» систем, дослідженню закономірностей функціонування в цілому підлягає багато економічних, соціологічних, біологічних, екологічних та інших об'єктів та процесів. Основний метод дослідження складних систем – математичне моделювання. До речі, вивчення комплексних загальносистемних проблем відокремилось у самостійний напрям інженерної думки, який отримав назву системотехніки.

Наведемо основні визначальні ознаки складних систем [7] та з'ясуємо, чи відповідає їм професійна компетентність.

1. *Наявність великої кількості взаємозв'язаних і взаємодіючих між собою елементів.* Як правило, професійна компетентність складається з кількох структурних компонентів, які, в свою чергу, визначаються множинами відповідних показників сформованості. Так, за структурою вимоги до рівня компетенції та умов зайнятості, які є основою створення професійних стандартів – бази моделювання професійної компетентності, поділяються на 11 груп: 1) необхідні знання; 2) необхідні навички та вміння; 3) необхідні здатності; 4) виробнича діяльність; 5) умови праці; 6) не-

обхідна кваліфікація; 7) освітній рівень; 8) професійні інтереси; 9) очікування від роботи; 10) вимоги до працівника; 11) суміжні та подібні заняття.

2. *Складність функції, що виконується системою та спрямованої на досягнення заданої мети функціонування.* Дійсно, професійна компетентність будь-якого фахівця є складним інтегральним психологічним, професійним, фаховим і суб'єктним утворенням, яке формується в процесі набуття професійної освіти, актуалізується, розвивається і вдосконалюється у процесі практичної професійної діяльності її суб'єкта, а ефективність її здійснення суттєво залежить від теоретичного, практичного та психологічного видів його підготовленості до неї, здатності та готовності до її здійснення, суб'єктних, професійно важливих та індивідуально-психічних якостей фахівця, сприйняття ним цілей, цінностей, змісту, результатів та особливостей цієї діяльності.

3. *Можливість декомпозиції системи на підсистеми, цілі функціонування яких підпорядковані загальній меті функціонування всієї системи.* Дійсно, більшість науковців вважає, що професійна компетентність являю собою об'єднання декількох компонент.

4. *Наявність управління (яке часто має ієрархічну структуру), розгалуженої інформаційної мережі та інтенсивних потоків інформації.* Носієм професійної компетентності є конкретна людина, яка і, так би мовити, управляє нею. Крім того, професійна компетентність формується керованими та контрольованими педагогічними заходами.

5. *Наявність взаємодії з зовнішнім середовищем та функціонування в умовах впливу випадкових чинників.* Кваліфікований робітник машинобудівного профілю розглядається як член суспільства, яке багатогранно впливає на нього.

Таким чином, можна стверджувати, що професійна компетентність являє собою складну систему.

В результаті проведених досліджень пропонується наступна схема моделювання професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю, наведена на рис. 2, при цьому статичну модель професійної компетентності можна представити у вигляді лінійного рівняння:

$$K = \sum_{i=1}^{n} a_i x_i,$$

де a_i – коефіцієнти лінійного рівняння або вагові коефіцієнти важливості показника сформованості відповідної структурної компоненти професійної компетентності кваліфікованого робітника машинобудівного профілю, які визначаються методом експертних оцінок.

Якщо професійну компетентність розглядати в часі, тобто як процес, то переходимо до динамічної моделі професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю:

$$K(t) = \sum_{i=1,}^{n} a_i x_i(t),$$

де $K(t)$, $x_i(t)$ – функції професійної компетентності та і-го показника її сформованості відповідно.

На основі побудованих моделей професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю формулюються наступні задачі дослідження, методи розв'язання яких в даній роботі не розглядаються:

- задача діагностування (оцінювання) професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю на рівнях «випускник–группа–ПТНЗ–регіон–держава»;
- задача планування: визначити, при яких значеннях показників сформованості досягається заданий рівень професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю;
- задача дослідження професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю, тобто дослідження взаємозв'язку та впливів окремих показників сформованості певної структурної компоненти професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю з іншими;
- задача прогнозування професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю та її елементів;
- задача оптимального управління формуванням професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю;
- задача дослідження закономірностей розвитку професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю на рівнях «випускник–група–ПТНЗ–регіон–держава».

Рис. 2. Схема моделювання професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю

Висновки та перспективи подальших досліджень. Математизація педагогіки несе в собі величезний гносеологічний потенціал [8]. Потужним засобом для дослідження та забезпечення ефективного формування професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю є її формалізація (схематизація і спрощення) в такий спосіб, який дозволяв би комплексно її оцінювати, відстежувати ті її характеристики, які відіграють роль визначальних у моделях професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю і підлягають вивченню, оцінюванню й управлінському впливу, що вимагає застосування сучасних досягнень різних галузей науки, зокрема математики та кібернетики. Теоретико-методологічне обґрунтування моделювання професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю є однією з необхідних умов удосконалення професійно-технічної освіти.

Література:
1. Беспалько В. П. Основы теории педагогических систем. (Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем) [текст] / В. П. Беспалько. – Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1977. – 304 с.
2. Профессиональное образование: Словарь / Сост. Вишнякова С.М. – М: НМЦ СПО, 1999. – 538 с.
3. Лодатко Є. О. Моделювання педагогічних систем і процесів [текст]: монографія / Євген Олександрович Лодатко. – Слов'янськ: СДПУ, 2010. – 148 с.
4. Peierls R. Model-Making in Physics. – Contemp. Phys., January/February 1980. – V. 21. – P. 3–17.
5. Якубовски М. А. Математическое моделирование профессиональной деятельности учителя: монография /Под ред. И. М. Козловской. – Львов: Евросвит, 2003. – 428 с.
6. Лазарєв М. І. Моделі представлення змісту предметних областей інженерних дисциплін / М. І. Лазарєв // Нові технології навчання: наук.-метод. збірник / под. ред. В. О. Зайчук. – К.: НМЦ ВО, 2002. – Вип. 32. – 228 с.
7. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М.: Наука, 1978. – 400 с.
8. Мещанінов О. П. Сучасні моделі розвитку університетської освіти в Україні: теорія і методика: Автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.04 / О. П. Мещанінов ; Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України. – К., 2005. – 42 с.

В роботі обґрунтовано необхідність побудови математичних моделей для дослідження професійної компетентності кваліфікованих робітників машинобудівного профілю та майбутніх фахівців інших спеціальностей, яка, як доведено, є складною системою; наведено схему моделювання професійної компетентності. Запропоновано математичні моделі професійної компетентності майбутнього фахівця на базі лінійних алгебраїчних рівнянь й приведено можливі змістовні задачі моделювання.

Ключові слова: професійна компетентність, складна система, математична модель, задачі дослідження.

Айстраханов Д. Математическое моделирование профессиональной компетентности квалифицированных рабочих машиностроительного профиля.

В работе обосновано необходимость построения математических моделей для исследования профессиональной компетентности квалифицированных рабочих машиностроительного профиля, а также будущих специалистов других специальностей, которая, как доказано, является сложной системой; приведена схема моделирования профессиональной компетентности. Предложены математические модели профессиональной компетентности будущего специалиста на базе линейных алгебраических уравнений, приведены возможные содержательные задачи моделирования.

Ключевые слова: профессиональная компетентность, сложная система, математическая модель, задачи исследования.

Aystrahanov D. Mathematical modeling of professional competence of skilled workers machine type.

The necessity of constructing mathematical models to study the professional competence for skilled workers of machine profile and future professionals of other disciplines is grounded in this paper. It is proved to be a complex system. There is also a scheme of modeling professional competence. Mathematical models of professional competence of future expert based on linear algebraic equations are proposed and possible meaningful task modeling are mentioned.

Keywords: professional competence, complex system, mathematical model, the research problem.