

УДК: 378.147.31

DOI: <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-5-2>**Марк Абрамович Вайнтрауб,**

доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник,
професор кафедри теорії та методики професійної підготовки,
Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди,
вул. Сухомлинського 30, м. Переяслав-Хмельницький, Україна

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

У статті висвітлено проблему необхідності розроблення методологічних основ професійного розвитку і навчання студентів інженерно-педагогічних спеціальностей з охорони праці у педагогічному університеті. Досліджено метод математичного моделювання для кращого засвоєння навчального матеріалу у навчально-виховному процесі вищих навчальних закладів інженерно-педагогічного спрямування. Акцентується увага на використанні методів: розподілу технічного об'єкта на складові, використання діаграм Венна, формули вихідного сигналу будь-якого технічного об'єкта, що спонукають до творчості, розвитку професійних і особистісних якостей, використання інноваційних інженерних і педагогічних технологій, пов'язаних із винахідництвом. У статті приділено увагу компетентностям, що можуть бути сформовані у студентів педагогічного університету завдяки впровадженню у професійну підготовку взаємопов'язаних методів і прийомів математичного моделювання в інженерній і педагогічній діяльності.

Ключові слова: інженерно-педагогічна діяльність, охорона праці, метод, математичне моделювання, студенти, професійна підготовка.

Постановка проблеми

Перехід країни до ринкової економіки вимагає підвищення ефективності професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів: важливо, щоб студенти активно шукали вирішення завдань з підвищення якості, продуктивності, економічної ефективності своєї праці.

Вершиною професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів є творче ставлення до праці, активізація пізнавального інтересу, вміння моделювати виробничий процес для оптимального знаходження нестандартних рішень.

Основна мета інженерно-педагогічної освіти в процесі професійної підготовки – підготувати майбутніх фахівців, зокрема з охорони праці – творчих особистостей, здатних до саморозвитку, самоосвіти, інноваційної діяльності, ефективно організувати свою роботу в процесі навчання у вищих навчальних закладах освіти.

У сучасній інженерній та педагогічній видах діяльності частіше стали вирішуватися нетрадиційні завдання, що вимагають нового мислення.

Інженери-педагоги мають володіти високим рівнем педагогічної й технологічної культури, теорії і практики використання: передових професійних прийомів й способів, що забезпечують високу якість і продуктивність праці при виконанні завдань; оптимальних педагогічних технологій.

Проблема сучасної підготовки інженерів-педагогів, зокрема з охорони праці, неодноразово була предметом дослідження багатьох науковців. Сучасна система професійної освіти сформувалась під впливом положень і педагогічних ідей з: філософії освіти (В. Андрущенко,

Б. Гершунський, І. Зязюн, В. Кремень та ін.); теорії особистості, психології професійної освіти на засадах особистісно розвивального і діяльнісного підходів (Л. Виготський, В. Давидов, І. Зимня, Г. Костюк та ін.); компетентісного підходу в зарубіжній професійній освіті (Ж. Делор, Дж. Равен, Г. Халаж, В. Хутмакер та ін.); методологічних підходів до формування інтелектуального і винахідницького мислення (В. Абушенко, Г. Альтшуллер, В. Моляко, Ю. Саламатов, Н. Слюсаренко, В. Речинський та ін.); формування особистісних і професійних якостей (І. Бех, Н. Кузьміна, О. Леонтєв, І. Якиманська та ін.). Серед сучасних підходів слід також виокремити: підхід з використанням методів моделювання професійної компетентності, що розглядаються в дослідженнях І. О. Зимньої, Дж. Равена, В. В. Ягупова та багато інших. Незважаючи на велику кількість праць вчених-педагогів, пов'язаних із дослідженням моделей, недостатньо досліджено використання математичних моделей у теорії і практиці вищої освіти і навчання.

Метою статті є висвітлення математичного моделювання, що оптимізує організацію професійної підготовки інженерів-педагогів з охорони праці під час навчально-виховного процесу у вищих навчальних закладах.

У процесі дослідження було використано такі теоретичні методи, як аналіз і синтез, індукція і дедукція, узагальнення, систематизація, порівняння, конкретизація, експериментальні.

У результаті анкетування, бесід та спостережень в студентів, що навчаються зі спеціальністю «Охорона праці», діагностовано недостатньо високу мотивацію до навчання, відсутність знань й умінь моделюва-

ти технічні об'єкти, зокрема математично моделювати для розв'язання нестандартних навчальних проблем.

Різним аспектам математичного моделювання присвячено дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених для визначення компетентностей майбутніх фахівців [1; 3; 4]. У статті розглянемо математичне моделювання, що успішно зарекомендувало себе на заняттях з охорони праці педагогічного університету при викладанні дисциплін з інженерної та педагогічної творчості.

Певні виробничі завдання важко описати теоретичними моделями, основаними на принципах фізичних явищ, через складність протікання цих процесів і ще недостатньо чітке їх розуміння. У цьому випадку для практичних цілей можна застосувати емпіричний спосіб побудови моделей. Вони складаються з методологічної концепції «чорного ящика» і виходять з можливості описання механізму протікання процесів на основі вхідних і вихідних змінних параметрів без проникнення у сутність досліджуваного процесу.

Модель (фр. *modele*, від латинського *modus* означає «міра») – «зразок, примірник чого-небудь; зменшення відтворення якогось механізму; марка, зразок конструкції; схема для пояснення якогось явища або процесу» [5].

«Модель» в науці є штучно створена система, що відображає або здатна відтворити основні сторони реальної системи. Один з видів моделі є ідеальне (розумове). Таке моделювання ґрунтується не на матеріальній аналогії оригіналу і моделі, а на ідеальній, розумовій аналогії. Ідеальне моделювання розділяють на знакове й інтуїтивне.

Під знаковим моделюванням моделями слугують знакові системи: схеми, таблиці, малюнки, формули. Найважливішим видом знакового моделювання є математичне моделювання (в моделі взаємозв'язки і закономірності оригіналу відображаються в математичній формі).

Як відомо, моделювання – складний процес, що потребує професійних знань і творчого підходу. Він включає вивчення об'єкта, постановку проблеми, розробку моделі, дослідження на моделі з метою виявлення нових знань про оригінал чи модель, їх перевірку і практичне застосування.

Як відомо, математичне моделювання є одним із основних сучасних методів дослідження. Під математичною моделлю технічного об'єкта або системи розуміють сукупність співвідношень (формул, рівнянь, нерівностей, логічних умов, операторів тощо), які визначають характеристики станів об'єкта чи системи залежно від параметрів, зовнішніх умов, початкових умов та часу [2, с. 4]. Отже, типовими завданнями цього моделювання можуть бути пошук оптимальних рішень, визначення властивостей технічного об'єкта чи системи; встановлення взаємозв'язків між елементами і характеристиками об'єкта чи системи, а також між характеристиками та зовнішнім середовищем.

Серед вищеописаних моделей вирізняють:

- функціональну модель (описує сукупність функцій, що їх виконує об'єкт чи система);
- структурну модель (відображає побудову об'єкта чи системи);
- поведінкову модель (відображає динаміку функціонування об'єкта чи системи, зміни їх станів, події, що відбуваються в них) тощо.

З погляду практичного використання важливою є класифікація моделей за методом їх подальшого дослідження [2]. Серед них виділяють моделі, що досліджують аналітично, чисельно та за допомогою апаратного моделювання.

В моделях, що досліджують аналітично, мають бути створені співвідношення, які дають можливість одержати необхідний результат (побудова формул, що задають пошук необхідних величин у явному вигляді для розв'язку сформульованої проблеми) відповідно аналітичними методами.

Численні дослідження характеризують властивості досліджуваного об'єкта чи системи за чітко визначених умов.

І, нарешті, апаратне моделювання передбачає використання аналогових обчислювальних машин. Зазвичай це електричні ланцюги, що містять опори, джерела струму, котушки індуктивності тощо. Залежності напруги та сили току від часу описуються різноманітними диференціальними рівняннями, що дає можливість отримувати розв'язки рівнянь у наочному графічному вигляді, що зображують чисельні параметри електричних вимірюваних величин.

Серед математичних моделей, що досліджують складні технічні об'єкти та системи, поширені імітаційні моделі. Їх сутність полягає в тому, що елементи та явища досліджуваного об'єкта чи системи зберігають свою структуру та взаємозв'язки. Це дає змогу досліджувати поведінку об'єкта чи системи в часі, враховувати випадкові впливи та інші ефекти.

Обґрунтовуючи доцільність використання математичного моделювання під час навчального процесу, слід зазначити, що спрощеність моделі означає, що в деяких відношеннях вона має бути простішою за оригінал, нехтувати несуттєвими для досягнення мети моделювання властивостями оригіналу.

Дослідимо методи моделювання, зокрема математичного, що на практиці викладання дисциплін, пов'язаних із інженерно-педагогічною творчістю, сприяли успішному засвоєнню навчального матеріалу у студентів педагогічного університету з охорони праці:

- *Розподіл об'єкта на три складові частини (функціональна, опорна, з'єднувальна) та з'єднання об'єкта або його частин з іншими об'єктами.*

Цей метод дозволяє зобразити об'єкт, зокрема технічний, у вигляді моделі, поділеної на три складові частини: функціональна, опорна, з'єднувальна, що дає можливість знаходити нові технічні рішення, винаходи. Шляхом удосконалення кожної складової частини

будь-якого технічного об'єкта досягаємо своєї мети у знаходженні нових технічних рішень, здійснення винаходів і раціоналізаторських пропозицій. Дослідження складових частин об'єкта дають можливість розглядати різні аспекти техніки та методики викладання технічних дисциплін, зокрема з охорони праці: технічні (технологічні, конструкторські, винахідницькі, педагогічні); економічні; ергономічні; естетичні тощо.

Для того, щоб конструювати та винаходити нові технічні об'єкти, необхідно не тільки знати структуру об'єкта, але й можливість взаємної дії та з'єднання з іншими об'єктами. Розглядаючи *чотири види з'єднань – упорами, силами тертя, дифузійну та їх сполученням* – можна вийти на нові конструкторські, винахідницькі рішення залежно від умови задачі.

При розгляді технічних або педагогічних задач використання *математичних моделей у вигляді діаграм Венна теорії множини* теж спонукає до нестандартних рішень. Під час викладання дисциплін «Методи технічної творчості», «Основи інженерно-педагогічної творчості» студентам педагогічного університету з охорони праці зарекомендували себе використання множин на об'єднання, перетин, доповнення тощо. Використання діаграм Венна дає можливість легко засвоїти ділення об'єкта на незалежні частини, збільшення ступенів дроблення тощо.

При викладанні дисциплін інженерно-педагогічного спрямування зарекомендувала себе *математична модель у вигляді вихідного сигналу* технічного об'єкта. Її опишемо за формулою $Z=k \cdot X \cdot Y$, де k – коефіцієнт системи технічного об'єкта, X – якісні параметри об'єкта, Y – геометричні параметри. При змінюванні тих чи інших параметрів приходимо до нових нестандартних винахідницьких рішень.

Згідно з відомим законом механіки, абсолютно вільний об'єкт має 12 ступенів свободи (св). Відповідно невільний об'єкт має 12 ступенів обмежень (обм). Якщо стан звичайний, $C_{св} + C_{обм} = 12$. Дванадцять ступенів свободи та їх обмежень дають можливість при їхній зміні правильно моделювати та конструювати новий об'єкт чи систему.

Вищеописана методика знаходження нестандартних рішень інженерних і педагогічних завдань спрямована на краще засвоєння винахідництва у виробничому процесі, що сприяє більш ефективній професійній підготовці інженерів-педагогів з метою формування їхньої професійної компетентності.

Практика показала, що високий (творчий) рівень професійної компетентності майбутніх інженерів-

педагогів характеризується вміннями розв'язувати нестандартні завдання нестандартними способами, що забезпечується володінням вищеописаними методами математичного моделювання.

Науково-практичний досвід переконує, що математичне моделювання стимулює розвиток професійної мотивації, оскільки мета навчання передбачає поєднання пошукових, винахідницьких та інших творчих методів.

Використання інженерно-педагогічним фахівцем таких методів, засобів і прийомів сприяє ефективному впровадженню інноваційних технологій у педагогічний процес вищого навчального закладу.

Таким чином, застосування математичного моделювання у професійній підготовці майбутніх фахівців з охорони праці на заняттях технічної і педагогічної творчості формують у студентів важливі для майбутньої професії компетентності і важливі якості: вмотивованість і цілеспрямованість студентів на досягнення мети; самостійний вибір методів, форм і засобів здійснення проектної діяльності; вміння застосовувати інтегровані знання й уміння; критичне мислення; прагнення до творчості, саморозвитку і самопізнання; вміння моделювати професійні дії; здатність виконувати професійні завдання в складних, непередбачених ситуаціях.

Зазначене дослідження методів математичного моделювання для успішної організації професійної підготовки інженерів-педагогів з охорони праці переконує, що вищевказані методи формують у студентів різні складові професійної компетентності.

Висновки

Успішна організація професійної підготовки інженерів-педагогів з охорони праці під час навчального процесу у вищих навчальних закладах, зокрема, під час викладання курсів «Основи інженерно-педагогічної творчості», «Методи технічної творчості» передбачає використання методів математичного моделювання, які спрямовують студентів на: поєднання високої внутрішньої мотивації майбутніх фахівців; формування математичної культури; мотивацію до оволодіння моделюванням технічних об'єктів чи систем, знання та уміння створювати і розробляти математичні моделі з метою винахідництва та раціоналізації нових технічних рішень.

Подальші дослідження буде присвячено удосконаленню моделювання змісту професійної освіти і навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айстраханов Д. Д. Математичні моделі професійної компетентності майбутнього фахівця / Д. Д. Айстраханов // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2014. – №3. – С.136-140.
2. Бахрушин В. С. Математичне моделювання: навчальне видання [Електронний ресурс] / В. С. Бах-

рушин. – Запоріжжя : Гуманітарний університет «ЗІ-ДМУ», 2001. – 140 с. – Режим доступу: <http://cdn.scipeople.com/materials/7613/MatModel.pdf>.

3. Вайнтрауб М. А. Методи математичного моделювання в оптимізації проектування змісту профе-

сійної освіти і навчання / М. А. Вайнтрауб // Нові технології навчання: – 2015. – Вип. 84. – С. 176-179.

4. Вайнтрауб М. А. Інтегроване розвивальне навчання у професійній школі: монографія / М. А. Вайнтрауб. – Київ: Т. Клочко, 2009. – 179 с.

REFERENCES

1. Aistrakhanov, D. D. (2014). Matematychni modeli profesiinoi kompetentnosti maibutnoho fakhivtsia [Mathematical models of future specialist's professional competence]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnoho instytutu – Bulletin of Vinnytsia Polytechnic Institute*, 3, 136-140 [in Ukrainian].

2. Bakhrushyn, V. Ye. (2001). *Matematychni modeliuvannia: navchalne vydannia [Mathematical modelling: textbook]*. Zaporizhzhia : Humanitarnyi universytet «ZIDMU». Retrieved from: <http://cdn.scipeople.com/materials/7613/MatModel.pdf>. [in Ukrainian].

3. Vaintraub, M. A. (2015). *Metody matematychnoho modeliuvannia v optymizatsii*

5. Професійна освіта : словник: навч. посіб. для учнів і пед. працівн. проф.-техн. навч. закл. /за ред. Н. Г. Ничкало ; [уклад. С. У. Гончаренко, І. А. Зязюн, О. С. Дубинчук та ін.]. – К. : Вища шк., 2000. – 380 с.

proektuvannia zmistu profesiinoi osvity i navchannia [Methods of mathematical modelling in optimization of professional education projecting]. *Novi tekhnolohii navchannia – New teaching techniques*, 84, 176-179 [in Ukrainian].

4. Vaintraub, M. A. (2009). *Intehrovane rozvyvalne navchannia u profesiinii shkoli: monohrafiia [Integrated developing education at school: monograph]*. Kyiv: T. Klochko [in Ukrainian].

5. Nychkalo, N. H. (2000). *Profesiina osvita: slovnyk: navch. posib. dlia uchniv i ped. pratsivn. prof.-tekhn. navch. zakl. [Professional education: dictionary: textbook]*. Kyiv: Vyshcha shk. [in Ukrainian].

Mark Weintraub,

*Doctor of Pedagogy, senior research fellow, professor,
Department of Theory and Methods of Professional Training,
Pereiaslav-Khmelnytsky Hryhoriy Skovoroda State Pedagogical University,
30, Sukhomlynskoho Str., Pereiaslav-Khmelnytskyi, Ukraine*

MATHEMATICAL MODELLING OF FUTURE WORK SAFETY OFFICERS' TRAINING

The paper deals with the need for creating methodological bases for the non-traditional professional development and training of students majoring in engineering pedagogical specialties in the field of labour protection. In this regard, a method of mathematical modelling for the improvement of learning material acquisition by students has been studied. The following methods were reviewed: allocation of the technical object into components, using Venn diagrams, formulae of output message of any technical object, encouraging for creativity, development of professional and personal qualities, using innovative engineering and pedagogical technologies connected with inventive acts. In the article, special attention is paid to competences, which can be formed in pedagogical university students due to the implementation of interrelated methods and tools of mathematical modelling in engineering and pedagogical activity into professional training. The high (creative) level of future work safety officers' professional competence is characterised by the ability to solve nonstandard tasks with out-of-the-box solutions which is provided by mastering the above mentioned methods of mathematical modelling. Mathematical modelling stimulates the development of professional motivation, as the goal of studying is the ability to combine search, inventory and creative methods. The use of these methods, tools and means by teachers contributes to the efficient implementation of innovative technologies in the educational process of a higher educational institution. Their application will help to develop the following qualities in students: motivation and purposefulness, skills of using integrated knowledge, critical thinking, drive for creativity, self-development and self-cognition, skills of modelling professional actions, etc.

Keywords: engineering and educational activities, labor, method, mathematical modelling, students, professional training.

Подано до редакції 04.04.2017