

УДК 378.147.016:51:62-057.4

О. С. ГРИЦЮК

старший викладач

О. І. БЕСПАРТОЧНА

кандидат педагогічних наук, доцент

Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського

## СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В АСПЕКТІ ПРОФЕСІЙНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ НАВЧАННЯ

*У статті досліджено структуру математичної підготовки студентів інженерних спеціальностей. Визначено та детально охарактеризовано такі її складові, як математична компетентність, здатність до математичного моделювання, інтеграція на рівні міжпредметних зв'язків. Виокремлено компоненти математичної компетентності майбутнього інженера, зокрема: мотиви, потреби у вивченні математики, ціннісне ставлення до професійно зорієнтованої математичної підготовки; фундаментальні математичні знання, знання методів математичного моделювання та комп'ютерної математики, необхідних для розв'язання професійно орієнтованих задач; уміння застосовувати в професійній діяльності знання з математики, вміння використовувати можливості систем комп'ютерної математики та знань вищої математики для розв'язання прикладних задач, моделювання об'єктів, систем і процесів у них.*

**Ключові слова:** математична підготовка, студенти інженерних спеціальностей, професійна спрямованість, математична компетентність, математичне моделювання, міжпредметна інтеграція.

Трансформації в промислово-виробничому комплексі України у зв'язку з входженням до європейського простору передбачають суттєвий перегляд вимог до вищої освіти. Передусім це стосується інженерно-технічних спеціальностей, освітні програми яких потребують кардинальних змін в аспекті як змісту, так і форм підготовки майбутніх інженерів.

Вища математика є обов'язковою складовою підготовки інженерно-технічних спеціальностей, тому модернізація інженерної освіти неможлива без якісного оновлення навчання математики, що, в свою чергу, передбачає наукове осмислення сутності та структури математичної підготовки студентів інженерних спеціальностей

**Мета статті** полягає в аналізі складових математичної підготовки студентів інженерних спеціальностей в аспекті професійної спрямованості навчання.

На думку науковців, у інженерній освіті наразі спостерігається перехід від системи, що спрямована на озброєння студентів знаннями, вміннями та навичками, до формування цілісної професійної компетентності (С. Лейко [4], Т. Максимова [6], С. Раков [9] та ін.). Зміни в математичній підготовці розглянуто в працях Л. Нічуговської [8], Г. Селевко [10], В. Хом'юк [12] та ін. Науковому обґрунтуванню організації математичної підготовки майбу-

тніх інженерів на засадах професійної спрямованості присвячено дослідження І. Зимньої [2], Т. Марченко [7] та ін.

Поняття *математичної підготовки* майбутніх інженерів тісно пов'язане з поняттям професійної підготовки, адже математична підготовка містить як процесуальний, так і результативний компоненти підготовки. Це дає змогу визначити *математичну підготовку інженера* як здатність до застосування математичних знань у професійній діяльності.

Математична підготовка фахівців інженерно-технічних спеціальностей є складним явищем, яке складається з трьох взаємопов'язаних і взаємозумовлених компонентів: математичної компетентності, здатності до математичного моделювання, інтеграції на рівні міжпредметних зв'язків (рис.).



Рис. 1. Структура математичної підготовки майбутніх інженерів

Головною метою математичної підготовки майбутніх інженерів є формування *математичної компетентності*.

Оскільки фахова діяльність інженера передбачає володіння комплексом математичних знань, зокрема математичним апаратом і методами математичного моделювання, а математика – це підґрунтя, на якому базується інженерна освіта, вважаємо, що з метою підвищення якості математичної підготовки студентів інженерно-технічних спеціальностей доцільним і необхідним є розвиток математичної компетентності майбутніх інженерів.

На думку С. Ракова, математична компетентність – це вміння бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і метод математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку обчислень [9, с. 5]. Г. Селевко називає її ключовою суперкомпетентністю й визначає як уміння працювати з числом, числовою інформацією, володіння математичними вміннями [10, с. 21]. В. Хом'юк визначає математичну компетентність інженера як інтегровану якість особистості, що відображає рівень основних математичних методів, необхідних для аналізу й моделювання процесів і явищ, пошуків оптимальних рішень з метою підвищення ефективності

виробництва та вибору найкращих способів реалізації цих рішень, опрацювання й аналізу результатів експериментів [12].

Під математичною компетентністю інженера в професійному аспекті І. Зимня розуміє системно-особистісну освіту фахівця, що відображає єдність його теоретико-прикладної підготовленості та практичної здатності застосовувати математичний інструментарій для вирішення завдань виробничої діяльності [2, с. 35].

Оскільки математична компетентність майбутніх фахівців інженерно-технічних спеціальностей, яка є невід'ємною частиною їх загальної професійної компетентності, ґрунтується на математичному мисленні в широкому сенсі, її формування в процесі професійної підготовки майбутніх інженерів є запорукою випуску конкурентоздатних фахівців.

Ґрунтуючись на наукових позиціях відомих дослідників компетентності проблематики, ми тлумачимо *математичну компетентність майбутнього інженера* як інтегровану професійну якість фахівця інженерно-технічної галузі, яка вказує на його спроможність розв'язувати інженерні задачі, проектувати технічні об'єкти, розробляти науково-технічну документацію на підставі володіння математичним апаратом, методами математичного моделювання, математичної статистики та комп'ютерної математики.

У структурі математичної компетентності майбутнього інженера викремлюємо такі компоненти:

1) *мотиви, потреби* у вивченні математики, ціннісне ставлення до професійно зорієнтованої математичної підготовки;

2) *фундаментальні математичні знання, знання методів математичного моделювання та комп'ютерної математики*, необхідних для вирішення професійно орієнтованих завдань;

3) *уміння* застосовувати в професійній діяльності знання з математики (лінійної алгебри, аналітичної геометрії, диференціального та інтегрального числення, теорії числових і функціональних рядів, методів аналізу статистичних даних тощо); *уміння* використовувати можливості систем комп'ютерної математики та знань вищої математики для розв'язання прикладних задач, моделювання об'єктів, систем і процесів у них; *уміння* оцінювати показники ефективності функціонування електроенергетичних об'єктів і систем.

Ми виділили *мотиваційний* компонент математичної компетентності, оскільки розвиток ціннісних орієнтацій студентів у контексті математичної підготовки до професійної діяльності, посилення творчої самостійності є надзвичайно важливим. Водночас забезпечення належного рівня мотивації вивчення математичних дисциплін створює умови для унаочнення набутих математичних знань і сприяє підвищенню загальної успішності студентів інженерно-технічних спеціальностей з математичних і професійних практичних дисциплін.

Щодо другого компонента математичної компетентності, варто зауважити, що *фундаментальні математичні знання, знання методів мате-*

матичного моделювання та комп'ютерної математики надають широкі можливості для розвитку в студентів інженерно-технічних спеціальностей технічного й логічного мислення, вміння вирішувати складні інженерні питання як у процесі навчання, так і в подальшій професійній діяльності.

Т. Марченко зазначає, що знаннява парадигма, яка превалує в технічній освіті, уже не задовольняє вимог до особистості інженера-дослідника як “добре поінформованого” фахівця. Особливості сучасних інженерних завдань (невизначеність постановки, необхідність урахування множини зовнішніх і внутрішніх параметрів, надлишок або нестача початкових даних тощо) висувають високі вимоги до мисленнєвих здібностей фахівця. Сучасному інженерові треба вміти знаходити необхідну інформацію, визначати проблеми, виробляти гіпотези, розпізнавати в сукупностях даних певні закономірності, вирішувати складні міждисциплінарні завдання. Вирішально-го значення в становленні випускників технічного університету – майбутніх інженерів – як фахівців набуває вміння обґрунтовувати, розробляти та досліджувати математичні моделі технічних об'єктів, а підґрунтям указаних вище професійних умінь є математичне мислення студентів [7, с. 1].

Уміння застосовувати в професійній діяльності знання з математики є третім найважливішим компонентом математичної компетентності, що є підґрунтям для формування професійної компетентності студентів інженерних спеціальностей. Останнім часом в інженерній галузі спостерігається тенденція розширення кола завдань, які розв'язують математичними методами. Студенти інженерних спеціальностей мають опанувати не лише абстрактне, а й емпіричне, прикладне розуміння математики. Тому є всі підстави стверджувати, що значення математики як ефективного засобу розвитку уявлень про кількісні відношення та просторові уявлення в інженерній освіті суттєво зростає.

На думку Т. Максимової, вміння досліджувати моделі завдяки знанням вищої математики та змінювати їх за допомогою комп'ютерних засобів (тобто формування евристичних умінь) дає можливість у майбутній професійній діяльності вирішувати конкретні технічні завдання [6, с. 94].

До умінь застосовувати в професійній діяльності знання з математики належать:

1. Визначення обсягу математичних технічних прийомів, необхідних для розв'язання інженерної задачі:

- аналіз інженерної задачі з метою виявлення необхідних технічних математичних завдань;
- розробка систематичних методів для перевірки рішень;
- визначення математичного програмного забезпечення, необхідного для аналітичного та графічного рішення й перевірка програмного забезпечення за допомогою традиційних рішень простих прикладів.

2. Застосування математичних методів для розв'язання інженерної задачі:

- використання відповідного програмного забезпечення для аналітичного та графічного розв'язання;

- перетворення між різними системами числення;
- використання відповідних математичних методів, необхідних для аналізу й розв'язання;
- використання відповідних баз даних для зв'язку вирішення окремого завдання з іншими проблемами інженерної задачі;
- доповідь про результати та документ, обчислення, графіки й аналіз [13].

Як зазначає С. Лейко, необхідною умовою підвищення математичної компетентності майбутніх інженерів є розв'язання професійно орієнтованих математичних задач, що поєднують теоретичний та практичний аспекти математичних знань. На думку С. Лейко, математичне моделювання, в свою чергу, є універсальним засобом максимально можливого наближення сформульованого завдання чи поставленої мети найшвидшим способом і з найменшими витратами. Отже, для отримання якісної математичної освіти інженерами необхідно, з одного боку, збільшувати якісний рівень фундаментальної складової математичної підготовки, а з іншого – вдосконалювати її професійну спрямованість. Такий синтез дасть змогу студентам оволодіти сучасними математичними методами пізнання, які необхідні для успішного здійснення вибраної професійної діяльності [4, с. 200–201].

У зв'язку з цим головна мета математичної підготовки студентів інженерних спеціальностей полягає у формуванні прикладної інженерно-математичної компетентності випускника як професійної якості, тобто в пошуку правильного балансу між практичним застосуванням математичних рівнянь і глибоким розумінням математичної теорії, зокрема математичного апарату.

Виокремлені компоненти математичної компетентності майбутнього інженера є базою для професійної діяльності інженера, яка передбачає широке коло функціональних обов'язків.

Зокрема, фундаментальні математичні знання, знання методів математичного моделювання та комп'ютерної математики та вміння застосовувати в професійній діяльності знання з математики дають можливість виконувати роботи в галузі науково-технічної діяльності з проектування, будівництва, інформаційного обслуговування, організації виробництва, праці та управління, метрологічного забезпечення, технічного контролю тощо, які виконують з використанням сучасних ІКТ; техніко-економічний аналіз з метою підвищення ефективності циклу виконання робіт (послуг); забезпечення підрозділів підприємства необхідними технічними даними, документами, матеріалами, устаткуванням тощо; дослідження, розробка проектів і програм підприємства (підрозділів підприємства) у проведенні заходів, пов'язаних з випробуваннями устаткування та впровадженням його в експлуатацію, а також при виконанні робіт зі стандартизації технічних засобів, систем, процесів, устаткування та матеріалів; аналіз інформації, технічних даних, показників і результатів роботи, їх систематизація; розрахунки з використанням ІКТ; розробка графіків робіт, замовлень, заявок, ін-

струкцій, пояснювальних записок, карт, схем, іншої технічної документації, а також установленної звітності; експертиза технічної документації, нагляд і контроль за станом і експлуатацією обладнання.

З математичною компетентністю інженера тісно пов'язана здатність до *математичного моделювання*.

Дослідники Ю. Васильєва та А. Мельник визначають *математичне моделювання* як спосіб дослідження об'єктів, систем і явищ шляхом вивчення процесів, що мають різний фізичний зміст, але описуються однако-вими математичними відносинами. При вивченні будь-якої системи методом математичного моделювання необхідно побудувати її математичну модель, тобто за допомогою математичних співвідношень описати функціонування системи [1].

За визначенням Ю. Лазарева, математичне моделювання – це дослідження математичної моделі, яка утворюється з метою отримати нові знання про відповідний реальний об'єкт [3, с. 25]. О. Станжицький, Є. Таран і Л. Гординський під математичним моделюванням розуміють вивчення властивостей об'єкта на його математичній моделі. Метою математичного моделювання є виявлення оптимальних умов протікання процесу, керування ним на підставі математичної моделі та перенесення результатів на об'єкт [11, с. 12].

Отже, під *математичним моделюванням* ми розуміємо процес дослідження реальної системи, який передбачає побудову моделі, її вивчення та перенесення отриманих результатів на досліджувану систему.

З поняттям математичного моделювання тісно пов'язане поняття *інтеграції на рівні міжпредметних зв'язків*. У основу математичного моделювання як компонента математичної підготовки покладено реалізацію міжпредметних зв'язків математичних і спеціальних дисциплін, на чому акцентує Л. Нічуговська, досліджуючи науково-методичні засади математичної освіти [8, с. 9].

*Інтеграція на рівні міжпредметних зв'язків* – поєднання теоретичного та практичного матеріалу різних навчальних дисциплін, що дає змогу актуалізувати знання за двома або більше напрямками, налагодити міждисциплінарні зв'язки, сформувати ширші уявлення завдяки тому, що явища та процеси постають у різних аспектах, наприклад, математика й теоретична механіка.

Перспективнішою формою організації занять з математики в контексті наближення до майбутньої професійної діяльності, на наш погляд, є *інтегровані заняття*. Базуємося при цьому на досвіді дослідників: зокрема, Н. Лосева вважає інтеграцію навчальних знань важливим шляхом самореалізації в навчальному процесі викладача та студента [5, с. 26].

Отже, інтеграція на рівні міжпредметних зв'язків – важлива складова модернізації математичної підготовки майбутніх фахівців інженерно-технічних спеціальностей, адже дає змогу виявити взаємозв'язки, налагодити функціонування змістових аспектів. Завдяки інтегрованій структурі

можна вирішити одне з головних питань професійної підготовки фахівців інженерного профілю, пов'язане з практико-орієнтованим навчанням. Розвиток міжпредметних зв'язків дає можливість підвищити мотивацію студентів, поглибити й розширити знання про майбутню професійну діяльність, підготувати до вивчення теоретичної механіки та інших профільних навчальних дисциплін, ознайомити із загальними положеннями наукового дослідження.

**Висновки.** Побудована таким чином математична підготовка буде, з одного боку, частиною освітнього середовища, а з іншого – суспільства як замовника фахівців інженерної кваліфікації. Основними принципами організації процесу математичної підготовки повинні бути фундаментальність, інтеграція на рівні міжпредметних зв'язків, наступність, індивідуальність, продуктивна співпраця, а також цілісність змісту математичної освіти, яка ґрунтується на фундаментальному методологічному принципі єдності окремого та загального, тобто математична освіта є підґрунтям для професійної освіти.

#### Список використаної літератури

1. Васильєва Ю. Ю. Комп'ютерний вимірвальний експеримент в задачах дослідження технічних систем [Електронний ресурс] / Ю. Ю. Васильєва, А. М. Мельник // АВІА–2011 : матер. Х Міжнар. наук.-тех. конф. (м. Київ, 19–21 квітня 2011 р.) – Режим доступу: [http://avia.nau.edu.ua/doc/2011/1/avia2011\\_1\\_17.pdf](http://avia.nau.edu.ua/doc/2011/1/avia2011_1_17.pdf).
2. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результата образования / И. А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
3. Лазарев Ю. Ф. Моделювання на ЕОМ : навч. посіб. / Ю. Ф. Лазарев. – Київ : Політехніка, 2007. – 290 с.
4. Лейко С. В. Педагогічні умови формування математичної компетентності майбутніх інженерів-будівельників [Електронний ресурс] / С. В. Лейко // Зб. наук. праць Уманського державного педагогічного університету. – Умань : [б. в.], 2014. – Ч. 2. – С. 198–203. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpudpu\\_2014\\_2\\_29.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpudpu_2014_2_29.pdf).
5. Лосева Н. М. Інтеграція навчальних знань як спосіб самореалізації у навчальному процесі викладача і студента / Н. М. Лосева // Дидактика математики: проблеми і дослідження. – Донецьк : ТЕАН, 2004. – Вип. 21. – С. 25–30.
6. Максимова Т. С. Евристична складова формування майбутнього інженера / Т. С. Максимова // Дидактика математики: проблеми і дослідження : міжнар. зб. наук. праць. – Донецьк : ТЕАН, 2003. – Вип. 20. – С. 93–104.
7. Марченко Т. Методика формування математичного мислення студентів технічного університету в процесі вивчення дисципліни “Теорія коливань” : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Т. Марченко. – Харків, 2007. – 22 с.
8. Нічуговська Л. І. Науково-методичні основи математичної освіти студентів економічних спеціальностей вищих навчальних закладів : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Л. І. Нічуговська. – Київ, 2005. – 33 с.
9. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : монографія / С. А. Раков. – Харків : Факт, 2005. – 360 с.
10. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособ. / Г. К. Селевко. – Москва : Народное образование, 1998. – 256 с.
11. Станжицький О. М. Основи математичного моделювання : навч. посіб. / О. М. Станжицький, Є. Ю. Таран, Л. Д. Гординський. – Київ : Видавничо-поліграфічний центр “Київський університет”, 2006. – 96 с.

12. Хом'юк В. В. Формування математичної компетентності у майбутніх інженерів-машинобудівників [Електронний ресурс] / В. В. Хом'юк // Інноваційні педагогічні технології у підготовці майбутніх фахівців з вищою освітою : досвід, проблеми, перспективи : матер. Міжнар. наук.-метод. Інтернет-конференції (м. Вінниця, 3 жовтня 2013 р.). – Режим доступу: <https://docs.google.com/file/d/0B23xOM6EvX0gMXdwX296Q2tNTWc/edit?pli=1>.

13. A Joint Initiative of the Australian and State and Territory Governments. Unit of competency details: apply technical mathematics [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access: <http://training.gov.au/Training/Details/MEM23004A>.

*Стаття надійшла до редакції 15.09.2016.*

**Грицюк Е. С., Беспарточная Е. И. Структура математической подготовки студентов инженерных специальностей в аспекте профессиональной направленности обучения**

*В статье исследуется структура математической подготовки студентов инженерных специальностей. Определены и подробно охарактеризованы такие ее составляющие, как математическая компетентность, способность к математическому моделированию, интеграция на уровне межпредметных связей. Выделены компоненты математической компетентности будущего инженера, в частности: мотивы, потребности в изучении математики, ценностное отношение к профессионально ориентированной математической подготовке; фундаментальные математические знания, знания методов математического моделирования и компьютерной математики, необходимые для решения профессионально ориентированных задач; умение применять в профессиональной деятельности знания по математике; умение использовать возможности систем компьютерной математики и знаний высшей математики для решения прикладных задач, моделирование объектов, систем и процессов в них.*

**Ключевые слова:** математическая подготовка, студенты инженерных специальностей, профессиональная направленность, математическая компетентность, математическое моделирование, межпредметная интеграция.

**Grytsiuk O., Bespartochna O. The Structure of Mathematical Training of Engineering Specialties' Students in the Aspect of Professional Orientation of Studying**

*Explores the structure of mathematical training of engineering specialties' students. The aim of paper is to identify and describe in detail its components such as mathematical competence, ability to mathematical modeling, integration at the level of interdisciplinary integration. Mathematical education is the foundation for professional education. The mathematical training of engineering students involves the formation of engineering and applied mathematical competence as a graduate professional quality, therefore the searching of right balance between the practical application of mathematical equations and deep understanding of mathematical theories, including mathematics are necessary. The components of mathematical competence of future engineers are distinguished, in particular: the motives, needs to study mathematics, value attitude to professionally focused mathematical training; fundamental mathematical knowledge, knowledge of mathematical modeling and computer mathematics needed to solve professionally oriented tasks; the ability to apply knowledge in professional activities in mathematics; the ability to use the knowledge of higher mathematics and computer systems for solving practical problems, modeling of objects, systems and processes in them. The examined components of mathematical competence of future engineers are the basis for professional activities, which provides a wide range of technical and organizational duties. The basic principles of mathematical training process are fundamental integration at the level of interdisciplinary connections; continuity; identity; productive cooperation, and content integrity of mathematics education.*

**Key words:** mathematical training of students of engineering specialties, professional orientation, mathematical competence, mathematical modeling, interdisciplinary integration.