

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ  
КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ  
SYSTEM APPROACH TO THE CREATION OF MATHEMATICAL  
COMPETENCE OF FUTURE ENGINEERS

У статті розглянуто процес формування математичної компетентності майбутніх інженерів через призму системного підходу. На основі аналізу науково-методичних праць встановлено, що системний підхід дозволяє розглядати процес формування математичної компетентності майбутніх фахівців машинобудівної галузі з точки зору його структури, змісту, функцій, сукупності методів, системних зв'язків, можливості трансформувати педагогічні вміння викладача в практичну діяльність. Процес формування математичної компетентності майбутнього інженера машинобудівника згідно системного підходу має базуватися на індивідуальних особливостях студентів та включати різні аспекти навчально-виховного процесу: лекції, практичні заняття, аудиторну та позааудиторну самостійні роботи, самоосвіту, науково-дослідну роботу. Представлено досвід оптимізації ефективності проведення занять з вищої математики шляхом інтеграції та інтеграційних зв'язків, які дозволяють відчувати необхідність математичної підготовки в процесі розв'язування професійних задач.

Ключові слова: інтеграційні зв'язки, математична компетентність, проблемна ситуація, системний підхід.

Математична компетентність будь-якого спеціаліста розглядається як обов'язковий елемент його загальної культури. При цьому математична компетентність, на нашу думку, це – вміння бачити і застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і методи математичного моделювання, вміння будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, обчислювати

похибки обчислень. Слід зазначити, що для багатьох предметів математика є опорним курсом та використовується для представлення, систематизації й обробки інформації. Таким чином, математична компетентність є органічною складовою професійної компетентності будь-якої особистості і майбутнього інженера в тому ж числі.

На думку багатьох дослідників (В. П. Безпалько, В. І. Борисов, В. І. Гінеценський, С. У. Гончаренко, Л. Я. Зоріна, Т. В. Фролова та ін.) в організації навчального процесу у вищій школі ефективним є системний підхід до структурування змісту навчальних дисциплін, основою якого є інтегративні підходи у процесі їх вивчення. Ці дослідження стосуються методологічних проблем навчального процесу у вищій школі при підготовці фахівців різних напрямів. Більшість дослідників віддають перевагу системному підходу, в основі якого лежить відмова від односторонніх, лінійно-причинних методів дослідження та зосередження уваги на інтегрованих властивостях об'єкта, його походженні, зв'язках і структурі.

Мета даної статті – проаналізувати особливості системного підходу, як методологічної основи формування математичної компетентності майбутніх інженерів.

Підвищений інтерес до можливості застосування ідей системного підходу в педагогіці на сучасному етапі цілком зумовлюється загальною кризою насамперед методології наукових досліджень. Сучасний учений зазначає: «Очевидною є погребя у розвитку та впровадженні у практику більш нової, більш досконалої, більш науково обґрунтованої педагогічної теорії. Педагогіка із науки емпіричної повинна перерости в науку теоретичну. Недооцінка теоретичного аспекту та нехтування методологією заводять практику у глухий кут» [1, с. 6].

Системний підхід як самостійний науковий напрямок сформувався зовсім недавно, а саме наприкінці 90-х років минулого століття. Оскільки науковий напрямок зовсім «молодий», то зрозуміло що однозначного тлумачення він ще не отримав серед педагогічної думки. Розглянемо деякі

визначення системного підходу, що є найбільш цінними для розробки нашої проблематики. Так, на думку В. Андрущенка «системний підхід – це спосіб наукового пізнання та практичної діяльності, що вимагає розгляду частин у нерозривній єдності з цілим» [ 1, с. 536].

Системний підхід (англ. *Systems thinking* – системне мислення) – напрям методології досліджень, який полягає в дослідженні об'єкта як цілісної множини елементів в сукупності відношень і зв'язків між ними, тобто розгляд об'єкта як системи [2].

Іншу точку зору щодо системного підходу має С. Гончаренко. Він стверджує, що «системний підхід – це послідовність процедур для створення складноорганізованого об'єкта як системи, а також спосіб опису, пояснення, прогнозування поведінки таких об'єктів; дослідження складноорганізованих об'єктів як комплексу взаємопов'язаних підсистем, поєднаних загальною ціллю, що розкриває інтегративні властивості об'єкта як системи, а також зовнішні та внутрішні зв'язки; цілісне бачення складноорганізованих об'єктів дослідження» [3, с. 3]. Аналізуючи системний підхід як напрям методології наукового пізнання дослідник аргументує, що в його основу покладено розгляд об'єктів дослідження як систем і який передбачає розкриття цілісності об'єкта дослідження, виявлення розмаїття зв'язків у ньому та зведення цього розмаїття до певної цілісної картини; сукупність методів та засобів, що дають змогу досліджувати властивості, структуру й функції об'єкта дослідження як системи зі складними взаємодіями й взаємозв'язками; принцип, який становить сукупність методів та засобів певної логічної системи, що повинна забезпечити глобальну ціль функціонування об'єкта як системи [3, с. 5].

Певний внесок у дослідження проблеми системного підходу зробила професор Т.Ільїна. В її концепції ми зустрічаємо поняття «системно-структурний підхід». Сутність його полягає в тому, що «спочатку проводиться структурний аналіз, а потім відбувається системний розгляд об'єкта» [4, с. 7 ]. Самого поняття «педагогічна система» у Т.Ільїної ми не

знаходимо, а під системою вона розуміє «множину взаємопов'язаних елементів, об'єднаних загальною метою функціонування та єдністю керування, що виступають у взаємодії із середовищем як цілісна єдність» [4, с. 16]. Серед елементів системи навчання нею називаються: навчальний матеріал, учитель, учні, навчальні посібники та технічні засоби навчання. Отже, повної реалізації системний підхід у концепції Т.Ільїної не знайшов, адже науковець відстоює термін «структурно-системний підхід», хоча, на нашу думку, кожна система обов'язково має свою структуру і її виділення неможливе без визнання того чи іншого предмета або явища системою.

Системний підхід забезпечує можливість розробляти цілісні інтеграційні моделі, виявляти основні функції, елементи, компоненти, їх зв'язки і відношення, системоутворюючі фактори та умови функціонування у статичному і динамічному аспектах. Взаємозв'язок фактів і явищ педагогічного процесу, взаємодія ситуацій, компонентів навчання і виховання об'єктивно вимагає всебічного аналізу всієї системи. Аналітичну діяльність викладача потрібно конструювати як динамічну систему. Формування системного мислення сприяє умінню варіативно будувати і коригувати професійну діяльність, віднаходити оптимальні поєднання педагогічних засобів, форм і методів роботи. Системний самоаналіз навчально-виховного процесу є основою регулювання власної педагогічної діяльності, збільшує доцільність професійних дій, зменшує елемент стихійності. Використання системного підходу в педагогічному процесі передбачає застосування спеціальних понять і методів дотримання певних принципів. В.Гребнева [5] виділяє такі принципи: цілісності, комунікативності, структурності, толерантності, розвитку, управління та ціленаправленості.

Таким чином, системний підхід дозволяє розглядати процес формування математичної компетентності майбутніх фахівців машинобудівної галузі з точки зору його структури, змісту, функцій,

сукупність методів, системних зв'язків, можливості трансформувати педагогічні вміння викладача в практичну діяльність.

Процес формування математичної компетентності майбутнього інженера машинобудівника згідно системного підходу має базуватися на індивідуальних особливостях студентів та включати різні аспекти навчально-виховного процесу: лекції, практичні заняття, аудиторну та позааудиторну самостійні роботи, самоосвіту, науково-дослідну роботу (рис.1).

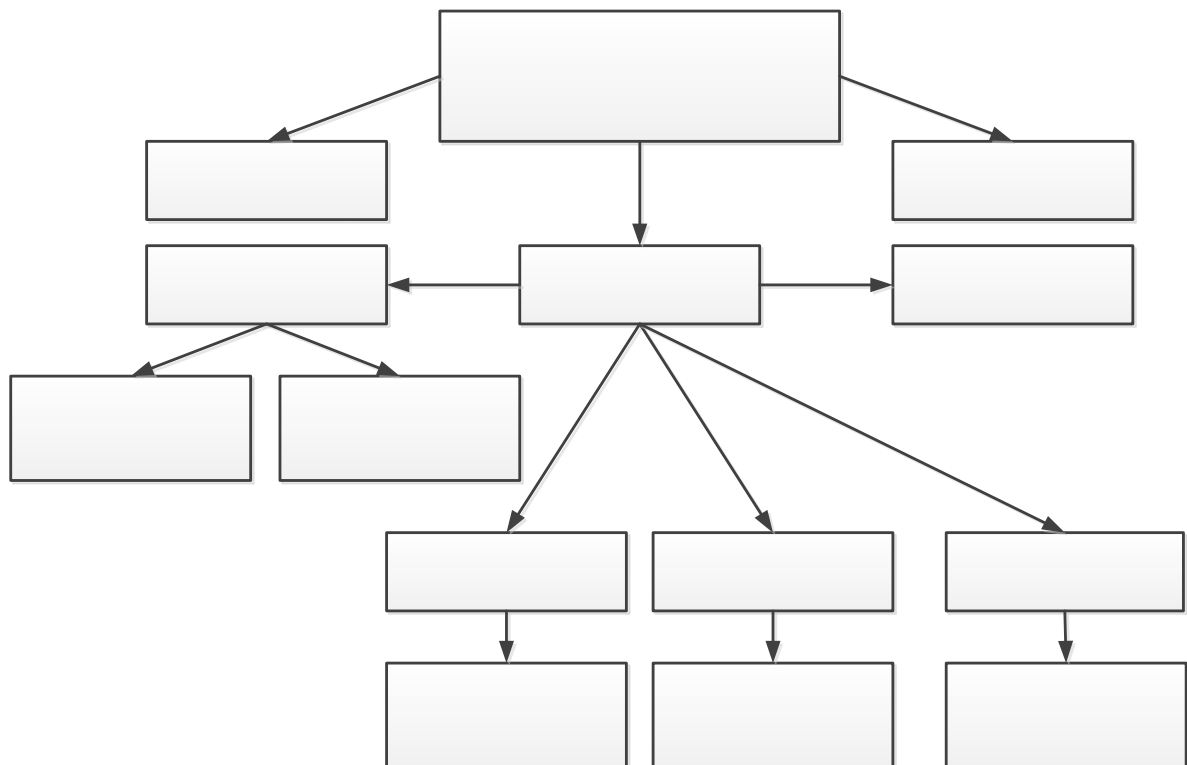


Рис.1 – Процес формування математичної компетентності відповідно до системного підходу

## Самоосвіта

Важливе місце в процесі формування математичної компетентності майбутніх інженерів машинобудівників відводиться саме лекціям з вищої математики. Лекція – це метод навчання, за допомогою якого викладач у словесній формі розкриває сутність ряду явищ, наукових понять, процесів, які знаходяться між собою в логічному зв'язку, об'єднані загальною темою. Саме від педагогічної майстерності викладача, його здатності знаходити зв'язок з аудиторією першокурсників, які зовсім не розуміють для чого їм ця вища математика, якщо вони прийняли освоювати професію інженера-літературою

Участь у наукових конференціях

Науково-дослідна робота

Робота над періодичною літературою

машинобудівника, залежить весь подальший процес формування математичної компетентності. Ми маємо на першій лекції з вищої математики показати студентам її роль в їх професійній підготовці, довести, що для багатьох предметів математика є опорним курсом, в подальшому постійно показувати зв'язок математики з їх майбутньою професійною діяльністю.

Конструюючи кожну лекцію з вищої математики, ми враховуємо різні чинники, які вносять свій відбиток на неї, як форму організації навчального процесу (рис. 2).

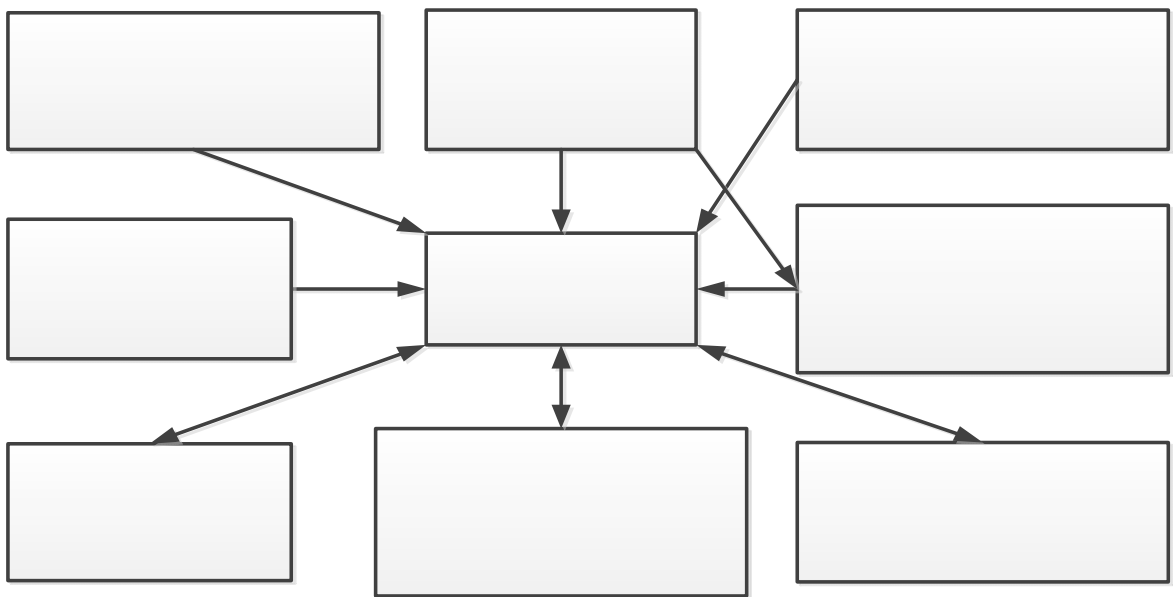


Рис. 2 – Чинники впливу на лекцію, як форму організації навчального процесу

Одним із головних чинників, на нашу думку, є інтеграція та інтеграційні зв'язки. Студенти мають постійно відчувати необхідність математичної підготовки в процесі розв'язування професійних задач. Саме залучення професійно зорієнтованих завдань до курсу вищої математики сприяє підвищенню ефективності навчання студентів вищої математики. Досить часто студенти знають добре теоретичний матеріал, навіть вивчити або «зазубрити» без розуміння суті доведення теорем, а застосувати ці знання та практиці вони не спроможні. Досвід викладання вищої математики у Вінницькому національному технічному університеті на протязі 20 років дає

**Особистість студента:**  
**рівень освіти, наявність певних навичок і умінь**

**Педагогічні технології, консультації**

можливість стверджувати, що інтегроване навчання, за якого матеріал доповнюється іншими напрямками, дає набагато кращий результат у порівнянні з традиційним викладанням предмета.

Так, вивчаючи тему «Розв’язування систем лінійних рівнянь» ми показуємо зв’язок з електротехнікою, де для визначення необхідної кількості певних елементів, пов’язаних кількісним співвідношенням, використовується табличний метод, який полягає в знаходженні коефіцієнтів для кожного елемента.

Нехай дана таблиця 1 кількісних співвідношень:

Таблиця 1

Кількісні співвідношення для категорій блоків

Блок I	$2x_1$	$4x_2$	$3x_3$	19
Блок II	$3x_1$	$4x_2$	$x_3$	14
Блок III	$2x_1$	$x_2$	$5x_3$	19
	R	C	VD	Шт

Необхідно знайти кількість елементів для кожного блоку.

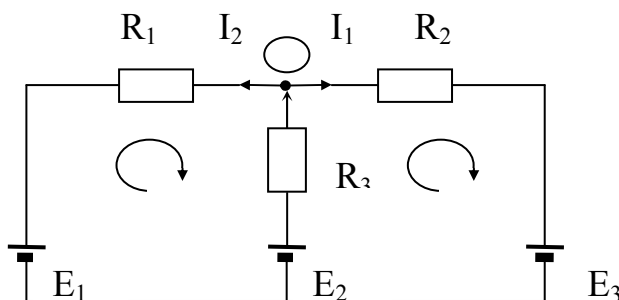
Для розв’язку поставленої задачі група складає відповідну систему рівнянь:

$$\begin{cases} 2x_1 + 4x_2 + 3x_3 = 19, \\ 3x_1 + 4x_2 + x_3 = 14, \\ 2x_1 + x_2 + 5x_3 = 19. \end{cases}$$

Як бачимо, систему можна розв’язати трьома способами: методом Крамера, методом Гаусса, матричним методом.

Оскільки розв’язання системи рівнянь використовується також і для розрахунку складних електричних схем методом правил Кірхгофа, то друге завдання може мати вигляд:

Дано електричну схему



Дано:  $E_1 = 2\text{В}$ ,  $R_1 = 4\ \text{Ом}$ ,  
 $E_2 = 4\text{В}$ ,  $R_2 = 6\ \text{Ом}$ ,  
 $E_3 = 6\text{В}$ ,  $R_3 = 8\ \text{Ом}$ .

Знайти:  $I_1 - ?$ ,  $I_2 - ?$ ,  $I_3 - ?$

Для розв'язання задачі потрібно: а) визначити кількість вузлів  $N$  і скласти  $(N - 1)$  рівнянь; б) у вузлі обрати напрям струму і напрям обходу.

У результаті отримують систему:

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0, \\ E_1 - R_1 \cdot I_2 - R_2 \cdot I_3 = 0, \\ I_1 \cdot R_3 - E_3 + E_2 + R_2 \cdot I_3 = 0. \end{cases}$$

Таким чином, практична спрямованість дозволяє виробити систему знань, розвиває здібності до їх переносу в інші галузі, сприяє формуванню цілісного світогляду студента.

Саме тому, під час занять з вищої математики ми намагаємось під час вивчення нової теми показати студентам взаємозв'язок її з іншими дисциплінами і таким чином, довести необхідність її вивчення для подальшого професійного оволодіння майбутнім фахівцем своєї спеціальності. Наприклад, проілюструємо міжпредметні зв'язки в процесі вивчення теми «Вектори і координати в просторі».



Рис. 3 – Реалізація міжпредметних зв'язків

Досить часто якщо проаналізувати навчальні програми фундаментальних дисциплін, що вивчаються студентами перших курсів, то легко помітити, що між ними втрачено міжпредметні зв'язки, які деколи відновити досить важко. Так, наприклад уже в першому розділі «Механіка» студенти зустрічаються в процесі вивчення криволінійного руху із сферичними координатами, які вони вивчають із вищої математики в темі «Подвійні, потрійні інтеграли» наприкінці першого або на другому курсі;



диференціальні рівняння та інтеграли, що зустрічаються в механіці студенти також змушені опрацьовувати самостійно, оскільки ці теми з вищої математики ними ще не вивчені і таких прикладів можна навести дуже багато. Одним із виходів з даної ситуації є скорегування тем із суміжних предметів, що дасть можливість більш раціонально скласти навчальний план студентів. Так, у Вінницькому національному технічному університеті в інституті автоматики, електроніки і комп'ютерних систем управління вивчення курсу фізики на першому курсі розпочинається із другого семестру, коли студенти протягом першого семестру вже вивчили частину розділів з вищої математики, що необхідні їм для опанування фізики. Але вся ця робота по узгодженню курсів вивчення студентами в свою чергу вимагає багато часу і зусиль і тому більшість ВНЗ не переймається цією проблемою.

Загалом можна констатувати, що навчальні завдання мають бути спрямовані не на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу, а більше на стимулювання і перевірку здатності нестандартно, оригінально діяти в різноманітних ситуаціях. Це обумовлено тим, що переноситься акцент із оволодіння знаннями на оволодіння способами отримання знань, які мають формуватися в певній послідовності, саме тому, на нашу думку, важливе місце в процесі формування математичної компетентності майбутніх інженерів належить саме системному підходу.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробці принципів, форм та методів формування математичної компетентності майбутніх інженерів, що впливають із системного підходу.

#### Список використаних джерел

1. Філософський словник соціальних термінів / ред.колегія В.П.Андрущенко та ін., 2-ге вид. доповнене / Х. : «Р.И.Ф.», 2005. – 672 с.
2. Вікіпедія. Електронний ресурс. [http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D1%85%D1%96%D0%B4](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D1%96%D0%B4%D1%85%D1%96%D0%B4)).

3. Гончаренко С.У. Методологічні особливості наукових поглядів на педагогічний процес / С.У.Гончаренко, В.М.Кушнір, Г.М.Кушнір // Шлях освіти. – 2008. – №4(50). – С. 2-10.

4. Ильина Т.А. Структурно-системный подход к исследованию педагогических явлений / Т.А. Ильина // Результаты новых исследований в педагогике. – М., 1977. – С. 5-19.

5. Гребнева В.В. Становление, сущность, основные принципы системного и синергетического подходов в образовании / В.В.Гребнева // Субъект образования как самоорганизующаяся система : сб.науч. и науч.-прикладных трудов. – Белгород : «Политерра», 2005. – С. 122-138.

Хомюк В. В.

### СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

В статье рассмотрен процесс формирования математической компетентности будущих инженеров через призму системного подхода. На основе анализа научно-методических работ установлено, что системный подход позволяет рассматривать процесс формирования математической компетентности будущих специалистов машиностроительной отрасли с точки зрения его структуры, содержания, функций, совокупности методов, системных связей, возможности трансформировать педагогические умения преподавателя в практическую деятельность. Процесс формирования математической компетентности будущего инженера машиностроителя в соответствии с системным подходом должен базироваться на индивидуальных особенностях студентов и включать различные аспекты учебно-воспитательного процесса: лекции, практические занятия, аудиторную и внеаудиторную самостоятельные работы, самообразование, научно-исследовательскую работу. Представлен опыт оптимизации эффективности проведения занятий по высшей математике путем интеграции и интеграционных связей, позволяющих увидеть необходимость математической подготовки в процессе решения профессиональных задач.

Ключевые слова: интеграционные связи, математическая компетентность, проблемная ситуация, системный подход.

Khomyuk V.V.

## SYSTEM APPROACH TO THE CREATION OF MATHEMATICAL COMPETENCE OF FUTURE ENGINEERS

The paper considers the formation of mathematical competence of future engineers via system approach. The analysis of scientific and methodical works proves that the system approach allows to consider the formation process of mathematical competence of future engineers in machine engineering industry in terms of its structure, content, the aggregate of methods, system approaches, the ability to transform the teacher's pedagogical skills into the practical activity. The process of formation of mathematical competence of future engineer in machine engineering industry via system approach shall have to be based upon the students' individual peculiarities having involved the different aspects of training process, such as lectures, practical classes, extracurricular classes, independent training and scientific research activities. There had been presented the experience in training optimization efficiency for the class in higher mathematics using the integration and integration links, which allows to realize the necessity of mathematical education for the solution of professional tasks.

Key words: integration links, mathematical competence, problem situation, system approach.