СИНЕРГЕТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ ЗМІСТУ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕОРІЯ ЙМОВІРНОСТЕЙ ТА МАТЕМАТИЧНА СТАТИСТИКА» В ЕКОНОМІЧНИХ ВНЗ

Наталія ШУЛЬГА

У статті досліджується можливість застосування нелінійного підходу до формування змісту навчання стохастики студентів економічних спеціальностей університетів. Запропоновано синергетичну модель формування змісту на основі взаємодії трьох елементів: траєкторії, зв'язків та наповнення. Розкрито можливість практичного застосування запропонованої моделі.

This paper demonstrates the possibility of using non-linear approach to the study of the content Stochastics students of economic specialties universities. The author suggests a synergistic model of content based on the interaction of three elements: the trajectory, links and content. The document also reveals the possibility of practical application of the proposed model.

Постановка проблеми. Сучасна економічна діяльність відбувається під впливом значної кількості зовнішніх та внутрішніх випадкових факторів, які спричиняють стохастичність, нелінійність, непрогнозованість, ризикованість соціально-економічних процесів. В результаті, виникає необхідність аналізу результатів економічної діяльності та оцінки її ризиків в залежності від дії можливих невизначеностей. Ефективним інструментом такого аналізу є стохастика як математична дисципліна, що спрямована на дослідження ситуацій або моделей, які характеризуються випадковістю, багатоваріантністю, невизначеністю. Тому, компетентність у застосуванні стохастичних методів в професійній діяльності є однією з важливих характеристик економіста.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз підручників та навчальних програм з «Теорії ймовірностей та математичної статистики» [4-7, 9 та ін.] показав, що можна виділити два основних лінійних підходи до структурування змісту стохастичної підготовки: диференційований та інтегративний. Сутність *диференційованого* підходу полягає в тому, що спочатку розглядаються основні поняття та теореми теорії ймовірностей: випадкові події, випадкові величини, інколи випадкові процеси, а потім вводяться поняття математичної статистики: описова статистика, теорія оцінок, перевірка гіпотез, регресія, інколи аналіз динамічних рядів та дисперсійний. *Інтегративний* підхід передбачає вивчення спочатку частини тем з математичної статистики, що стосуються збору, представлення та дослідження статистичних даних, на наступному етапі викладаються основи теорії ймовірностей, а потім вивчають ті розділи математичної статистики, що стосуються оцінки параметрів, перевірки статистичних гіпотез, регресії, дисперсійного аналізу та аналізу динамічних рядів.

На наш погляд, обидва лінійні підходи мають один суттєвий недолік в тому, що базисні поняття стохастики (випадкова подія ↔ результат експерименту, ймовірність ↔ відносна частота, випадкова величина ↔ вибірка, закон розподілу випадкової величини ↔ статистичний розподіл вибірки тощо) подаються відокремлено одне від одного, що зменшує рівень розуміння навчального матеріалу, порушує логіку сприйняття стохастичних явищ, ускладнює пошук методів їх аналізу. На проблеми розриву між повсякденним сприйняттям випадкових ситуацій та математичною концепцією їх обґрунтування вказує також S. Prediger [2]. Автор акцентує увагу на необхідності активізації поняття ймовірності в якості стратегічного інструменту для прийняття рішення у практичні ситуації, пов'язаній з випадковими факторами. C. Batanero та C. Diaz [1] наголошують на складності в матеріалізації ймовірнісних понять під час моделювання або проведення експериментів з випадковим результатом. Науковці стверджують, що подолати такі складності можна за рахунок застосування взаємодоповнюючого характеру класичного та частотного підходів до визначення ймовірності.

Необхідність пошуку нелінійних підходів до формування змісту стохастичної підготовки, які відображатимуть взаємодію основних понять теорії ймовірностей та математичної статистики, їх взаємодоповнюючий характер і за рахунок цього сприятимуть комплексному розумінню навчального матеріалу визначила **мету** даного дослідження.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні одним з основних методів пізнання дійсності є постнекласичний метод наукової раціональності, що розглядає розвиток процесів і явищ як нелінійну еволюцію складних систем, напрямок якої залежить від когерентної дії всіх елементів системи і може бути змінений навіть при незначних впливах на систему [8]. Серед підходів, що ґрунтуються на засадах постнекласичного методу наукового пізнання, широким методологічним інструментарієм дослідження людиновимірних складних відкритих нелінійних систем, здатних до самоорганізації, володіє синергетика [3]. Термін «*синергетика*» ввів в науковий словообіг Г. Хакен [10], який охарактеризував її як науку, яка вивчає загальні дії, співпрацю великої кількості подібних за поведінкою елементів відкритих складних систем, що забезпечують перехід всієї системи від невпорядкованості до порядку.

Використання синергетичного підходу в педагогіці ґрунтується на представленні процесу навчання як процесу еволюції дисипативної структури, що проходить дві стадії - стадію хаосу, коли виникають ситуації нестабільності, невизначеності, багатоальтернативності вибору подальшого шляху розвитку, та стадію порядку, коли колективна діяльність елементів структури сприяє підтриманню її оптимального функціонування та саморозвитку.

Розвиток структури синергетичної системи починається зі стадії хаосу. На даному етапі під впливом атрактора, що представляє собою формування змісту дисципліни «Теорія ймовірності та математична статистика» для економістів, починається взаємодія між елементами мега-рівня та мікро-рівня. Представимо *мега-рівень* як сукупність трьох груп елементів, що дуже повільно змінюються під дією зовнішніх та внутрішніх факторів: *компетенції*, що характеризують здатність особистості розв'язувати визначене коло задач; *кваліфікації*, як рівень вимог роботодавців до готовності виконувати професійні обов'язки; *стандарти освіти*, що визначають місце стохастичної підготовки в процесі навчання майбутніх економістів. *Мікро-рівень* – це рівень із високою швидкістю зміни та взаємодії наступних груп елементів: *проблеми*, що пов’язані з дослідженням випадкових явищ та ситуацій; дані, які підлягають аналізу; *апарат*, що містить теоретичні знання та технологічні засоби необхідні для розв’язання проблеми. Під час прямої взаємодії між елементами мікро- та мега- рівнів формуються параметри управління, що сприяють виникненню елементів макро-рівня та спрямовують їх еволюцію в напрямку атрактора. В досліджуваній моделі параметри управління визначають підходи до формування змісту стохастики: *лінійний* (диференційований, інтегративний), або *нелінійний* (синергетичний).

Елементи *макро-рівня* визначають довгострокову перспективу розвитку системи, а саме визначають зміст стохастичної підготовки майбутніх економістів та, для досліджуваної моделі, поділяються на наступні групи: *зв'язки*, які відображають логіку взаємодії між структурними одиницями дисципліни; *наповнення*, що представляє собою перелік тем, які формують зміст дисципліни; *траєкторії* – послідовність введення понять в структурі змісту стохастичної підготовки майбутніх економістів. За рахунок взаємодії з елементами мікро-рівня формуються параметри порядку системи, що визначаються як методи обчислення ймовірності настання випадкового явища: *теоретичний* та *емпіричний*. Завдяки параметрам порядку виникає явище самоорганізації змісту стохастичної підготовки майбутніх економістів, система формує складну структуру та переходить до стадії порядку. В стадії порядку синергетична система максимально наближається до свого атрактора, навколо якого здійснює незначні коливання під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів.

Проаналізуємо можливість практичного застосування запропонованої моделі в навчальному процесі. В табл. 1 представлено логічну структуру змісту навчання стохастики майбутніх економістів. *Траєкторію* змісту дисципліни представимо у вигляді послідовності трьох змістовних блоків та переліку відповідних тем. Елемент макро-рівня *зв’язки* визначимо як основне поняття, що дозволяє створити синергію змісту кожного блоку: *міра*, яка характеризує можливість появи події; *функція*, що встановлює співвідношення між можливими результатами стохастичного експерименту та унікальними числовими значеннями, які визначають можливість появи цих результатів; *спосіб* представлення випадкового процесу. *Наповнення* представимо як сукупність базових понять, що характеризують параметри порядку, та способів стохастичного аналізу випадкових явищ, які формуються в результаті взаємодії вказаних параметрів.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Запропонована система формування змісту навчання стохастики студентів економічних спеціальностей університетів є синергетичною, оскільки вона: складна, так як має ієрархічну тріадну структуру; динамічна відносно траєкторії змісту; нелінійна щодо взаємозв’язків між основними поняттями і за рахунок цього здатна до самоорганізації; відкрита та нерівноважна через зовнішні та внутрішні впливи, що можуть змінювати змістовне наповнення (наприклад, за рахунок таких важливих для економічної діяльності стохастичних задач як імітаційне моделювання випадкових процесів, експертне оцінювання, якісний аналіз випадкових факторів).

Таблиця 1

Логічна структура змісту навчання стохастики

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">ТРАЄКТОРІЯ:
ВИПАДКОВІ ПОДІЇ</td></tr>
<tr><td>ЗВ'ЯЗОК</td><td colspan="2">Міра, що характеризує можливість появи події: $Mes\,(A) = \dfrac{n(A)}{n(\Omega)}$</td></tr>
<tr><td>ПАРАМЕТРИ ПОРЯДКУ</td><td><u>Теоретичний</u>:
$Mes\,(A) \equiv P\,(A) = \dfrac{n(A)}{n(\Omega)}$ -
ймовірність появи випадкової події, де
A={випадкова подія, що може виникнути в результаті теоретичного дослідження (випробування)};
Ω={множина елементарних наслідків випробування};
n(A) – кількість можливих наслідків випробування, що сприяють появі події A;
n(Ω) – загальна кількість всіх можливих елементарних наслідків даного випробування</td><td><u>Емпіричний</u>:
$Mes\,(A) \equiv Rf\,(A) = \dfrac{n^*(A)}{n^*(\Omega)}$ -
відносна частота появи досліджуваної ознаки, де
A={ознака, можливість появи якої визначається під час проведення емпіричного дослідження (експерименту)};
Ω={множина всіх результатів експерименту};
n*(A) – кількість спроб, в результаті яких з’явилась ознака A;
n*(Ω) – загальна кількість всіх спроб, що були проведені під час експерименту</td></tr>
<tr><td rowspan="2">НАПОВНЕННЯ</td><td colspan="2">БАЗОВІ ПОНЯТТЯ</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тема 1. Основні поняття теорії ймовірностей і математичної статистики
<u>Основні поняття</u>: Масові випадкові явища. Результати стохастичного експерименту (теоретичного, емпіричного). Події та їх класифікація. Повна група подій. Алгебра подій. Підходи до визначення ймовірності (об’єктивне, епістемологічне). Методи обчислення ймовірності (класичний, статистичний, геометричний). Аксіоматика.
<u>Методичні особливості</u>: 1. Наголосити на невизначеності, що виникає в результаті соціальної та економічної діяльності людини та на необхідності її аналізу (якісного або кількісного).
2. Звернути увагу на відмінності між результатами теоретичного (пов’язаного з логічними міркуваннями) та емпіричного експериментів. Ввести означення ймовірності як міри, що характеризує можливість появи
- випадкової події в результаті теоретичного експерименту;
- досліджуваної ознаки під час емпіричного експерименту.
3. Вказати на різницю між об’єктивним та епістемологічним (суб’єктивним) підходами до визначення ймовірності.
4. Охарактеризувати умови застосування методів обчислення ймовірності (класичного, статистичного та геометричного), вказати на обмеженість кожного з них</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td colspan="2">СТОХАСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИПАДКОВИХ ПОДІЙ</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Тема 2. Елементи комбінаторики
Основні поняття: Комбінації. Дерево комбінацій. Правило суми. Правило добутку. Схеми вибору (без повторень, з повтореннями). Види комбінацій (розміщення, сполучення). Трикутник Паскаля.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Тема 3. Теореми додавання та множення ймовірностей
Основні поняття: Умовна ймовірність. Незалежність подій. Теорема множення ймовірностей. Теорема додавання ймовірностей. Теорема про повну групу подій. Ймовірність протилежної події. Ймовірність появи хоча б однієї події. Формула повної ймовірності. Формула Байеса.
Методичні особливості: Звернути увагу на можливість розв’язування задач різними способами (як із застосуванням правил та формул комбінаторики, так і з використанням теорем множення та додавання ймовірностей)</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Тема 4. Послідовності незалежних випробувань
Основні поняття: Схема Бернуллі. Теорема Бернуллі. Твірна функція ймовірностей. Локальна та інтегральна теореми Муавра-Лапласа. Ймовірність відхилення відносної частоти від постійної ймовірності. Формула Пуассона.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">ТРАЄКТОРІЯ:
ВИПАДКОВІ ВЕЛИЧИНИ</td></tr>
<tr><td>ЗВ'ЯЗОК</td><td colspan="2">Функція, що встановлює співвідношення між можливими результатами стохастичного експерименту та унікальними числовими значеннями, що визначають можливість появи цих результатів
$Z = f(Out; Mes)$</td></tr>
<tr><td>ПАРАМЕТРИ ПОРЯДКУ</td><td>Теоретичний:
$Z = f(Out; Mes) \equiv Pdf = f(X; P)$
- функція розподілу ймовірностей, де
$X = \{x_i \in \Omega\}$ – можливі значення випадкової величини;
Ω – генеральна сукупність;
$P = \left\{p_i \in [0; 1], \sum_{i=1}^{n} p_i = 1\right\}$ - ймовірності, що відповідають можливим значенням;
$i = \overline{1, n}$, n - кількість можливих значень випадкової величини</td><td>Емпіричний:
$Z = f(Out; Mes) \equiv Rfdf = f(X^*; Rf)$
- функція розподілу відносних частот, де
$X^* = \{x_i^* \in \Omega\}$ – результати експерименту;
Ω – вибіркова сукупність;
$Rf = \left\{rf_i \in [0; 1], \sum_{i=1}^{n} rf_i = 1\right\}$ - відносні частоти, що відповідають результатам експерименту;
$i = \overline{1, n}$, n - кількість різних результатів експерименту</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">БАЗОВІ ПОНЯТТЯ</td></tr>
<tr><td>НАПОВНЕННЯ</td><td colspan="2">Тема 5. Означення випадкової величини
Основні поняття: Означення випадкової величини. Види випадкових величин (дискретні, неперервні). Способи представлення випадкової величини (табличний, графічний, аналітичний). Кумулятивна функція розподілу, функція щільності ймовірності та їх властивості. Математичні дії над випадковими подіями (множення на константу, піднесення до степеня, алгебраїчна сума, добуток)
Методичні особливості: Вказати на спільні підходи та відмінності у видах та способах представлення випадкових величин за теоретичним та емпіричним методами:
- Визначення видів випадкових величин</td></tr>
</table>

Дискретна випадкова величина (ДВВ) – величина, що має окремі, ізольовані можливі значення з визначеними ймовірностями **Неперервна** випадкова величина (НВВ) – величина, що може приймати будь-які можливі значення з деякого обмеженого, або необмеженого проміжку	**Дискретна** емпірична випадкова величина (ДЕВВ) – величина, що має невелику кількість різних значень результатів експерименту **Неперервна** емпірична випадкова величина (НЕВВ) – величина, що має досить велику кількість різних значень результатів експерименту ($n \to \infty$)

- Таблиця (ряд) розподілу

X	x_1	x_2	…	x_n
P	$p_1=P(X=x_1)$	p_2	…	p_n

*X**	x_1^*	x_2^*	…	x_n^*
Rf	$rf_1=Rf(X=x_1)$	rf_2	…	rf_n

- Кумулятивна функція розподілу

$F(x)=P(X\le x)$	$F^*(x)=Rf(X\le x)$

- Функція щільності ймовірності

Диференціальна функція розподілу: $f(x)=F'(x)$	Гістограма розподілу $hi\left(h;\frac{rf_i^*}{h}\right)$, де h – довжина інтервалів $[x_i;x_{i+1}]$, на який розбитий проміжок результатів експерименту; rf_i^* - відносна частота попадання в заданий інтервал

Тема 6. Числові характеристики одновимірних випадкових величин

Основні поняття: Математичне сподівання *M(X)* та його властивості. Початковий момент $\nu_k(X)$. Центральний момент $\mu_k(X)$. Зв'язок між початковими та центральними моментами. Дисперсія та її властивості. Середнє квадратичне відхилення. Мода. Медіана. Квантилі.

Методичні особливості: Провести паралелі між числовими характеристиками теоретичних та емпіричних випадкових величин.

ДВВ:	НВВ:	ДЕВВ:	НЕВВ:
$M(X)=\sum_{i=1}^{n} x_i\cdot p_i$	$M(X)=\int_{-\infty}^{+\infty} x\cdot f(x)dx$	$M^*(X)=\sum_{i=1}^{n} x_i^*\cdot rf_i$	$M^*(X)=\sum_{i=1}^{n}\frac{x_i+x_{i+1}}{2}\cdot rf_i^*$
$\nu_k(X)=\sum_{i=1}^{n} x_i^k\cdot p_i$	$\nu_k(X)=\int_{-\infty}^{+\infty} x^k\cdot f(x)dx$	$\nu^*(X)=\sum_{i=1}^{n} x_i^{*k}\cdot rf_i$	$\nu^*(X)=\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i+x_{i+1}}{2}\right)^k\cdot rf_i^*$

Тема 7. Багатовимірні випадкові величини

Основні поняття: Означення багатовимірної випадкової величини. Безумовні та умовні закони розподілу двовимірної дискретної випадкової величини (ДДВВ). Кореляційна таблиця. Закони розподілу складових ДДВВ. Функція та щільність розподілу ДДВВ. Умови незалежності складових ДДВВ

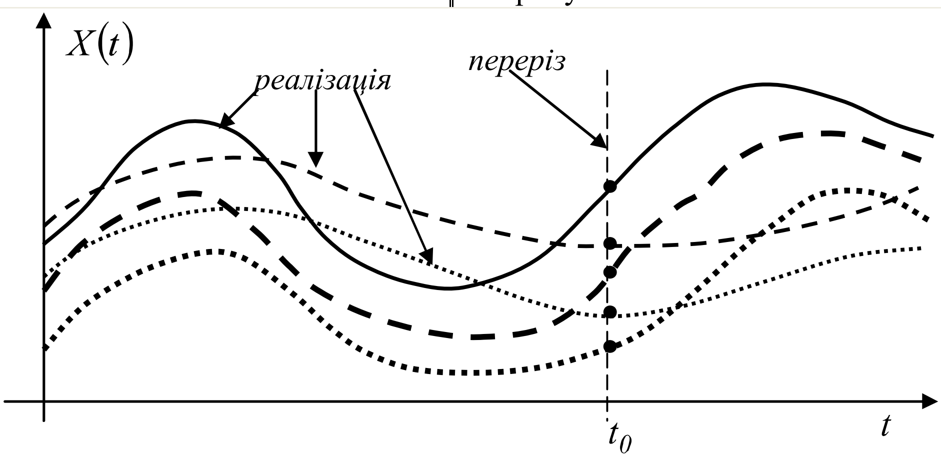
Тема 8. Числові характеристики багатовимірних випадкових величин

Основні поняття: Змішаний початковий момент $\nu_{k,s}(x,y)$ порядку $k+s$. Змішаний центральний момент $\mu_{k,s}(x,y)$ порядку $k+s$. Кореляційний момент та його властивості. Коефіцієнт кореляції та його властивості. Умовне математичне сподівання, регресія.

СТОХАСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН

Тема 9. Класичні закони розподілу випадкових величин

Основні поняття: Класичні закони розподілу ДВВ: біноміальний,

<table>
<tr><td rowspan="6"></td><td colspan="2">геометричний, гіпергеометричний, Пуассона. Їх числові характеристики. Класичні закони розподілу НВВ: рівномірний, показників, нормальний. Їх числові характеристики.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тема 10. Граничні теореми
<u>Основні поняття</u>: Нерівності Чебишова та Маркова. Закон великих чисел. Центральна гранична теорема.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тема 11. Елементи теорії оцінок
<u>Основні поняття</u>: Означення статистичної оцінки. Їх властивості. Точкові оцінки математичного сподівання, дисперсії та середнього квадратичного відхилення. Оцінки відхилення емпіричного розподілу від нормального: асиметрія та ексцес. Інтервальні оцінки. Довірчі інтервали для оцінки математичного сподівання та середньоквадратичного відхилення.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тема 12. Перевірка гіпотез
<u>Основні поняття</u>: Поняття статистичної гіпотези. Нульова та альтернативна гіпотези. Помилки першого та другого родів. Статистичні критерії. Критичні області. Алгоритм перевірки гіпотези. Критерії згоди.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тема 13. Регресійний та кореляційний аналіз
<u>Основні поняття</u>: Функціональна, статистична та кореляційна залежності. Лінійна регресія. Рівняння парної лінійної регресії. Коефіцієнти кореляції та детермінації. Множинна лінійна регресія. Нелінійна регресія.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Тема 14. Дисперсійний аналіз
<u>Основні поняття</u>: Визначення, види та задачі дисперсійного аналізу. Загальна, між групова та внутрішньогрупова дисперсії. Однофакторний дисперсійний аналіз.</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">ТРАЄКТОРІЯ:
ВИПАДКОВІ ПРОЦЕСИ</td></tr>
<tr><td>ЗВ'ЯЗОК</td><td colspan="2">Спосіб представлення випадкового процесу
$X(t)=f(CS;\mathrm{Re}al)$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ПАРАМЕТРИ ПОРЯДКУ</td><td><u>Теоретичний</u>:
$X(t)=\left\{CS(t_i),\ i=\overline{0,\infty}\right\}$
Переріз як випадкова величина $CS(t_0)$, що визначається для будь–якого фіксованого значення $t=t_0$</td><td><u>Емпіричний</u>:
$X(t)=\left\{\mathrm{Re}al_i(t),\ i=\overline{0,\infty}\right\}$
Реалізація як невипадкова функція Real(t), в яку перетворюється випадковий процес в результаті випробування</td></tr>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
</table>

	БАЗОВІ ПОНЯТТЯ
НАПОВНЕННЯ	***Тема 15. Випадкові процеси*** Основні поняття: Означення випадкового процесу. Числові характеристики випадкових процесів. Потоки подій та їх властивості. Граф станів. Марківські випадкові процеси. Граничні ймовірності системи
	СТОХАСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ
	Тема 16. Елементи теорії масового обслуговування Основні поняття: Основні поняття теорії масового обслуговування. Характеристики систем масового обслуговування (СМО). Одноканальні та багатоканальні СМО з відмовами. Одноканальні та багатоканальні СМО з очікуванням та обмеженою довжиною черги

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Batanero C. Training school teachers to teach probability: reflections and challenges / Carmen Batanero, Carmen Diaz // Chilean Journal of Statistics. - April 2012. - Vol. 3. - No. 1. – Pp. 3 – 13
2. Prediger S. Do you want me to do it with probability or with my normal thinking? Horizontal and vertical views on the formation of stochastic conceptions / Susanne Prediger // International Electronic Journal of Mathematics Education. – 2008. - Vol. 3. – S. 126 – 154
3. Rosser J. B. Aspects of dialectics and nonlinear dynamics / J. Barkley Rosser, Jr. // *Cambridge Journal of Economics*. - May 2000. - Vol. 24. - No. 3. - Pp. 311-324
4. Белько И. В. Теория вероятностей и математическая статистика : примеры и задачи: учебное пособие для студентов экон. специальностей вузов / И. В. Белько, Г.П. Свирид. – 2–е изд., стер. – Минск : Новое знание, 2004. – 250 с.
5. Колемаев В. А. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. для вузов по экон. специальностям / В. А. Колемаев, В. Н. Калинина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ–ДАНА, 2003. – 352 с.
6. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. для вузов по экон. специальностям / Н. Ш. Кремер. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ–ДАНА, 2003. – 573 с.
7. Математика для економістів : теорія та застосування. Теорія ймовірностей та математична статистика : підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. П. Лавренчук [та ін.]. – 3-тє вид., допов. – Чернівці : ЧНУ, 2012. – 215 с.
8. Стёпин В. С. Теоретическое знание / В. С. Стёпин. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://philosophy.ru/library/stepin/index.html> – Загол. з екрану. – Мова рос.
9. Тінгаєв О. А. Математика для економістів. Теорія ймовірностей та математична статистика [Текст] : навчальний посібник для вищ. навч. закл. / О. А. Тінгаєв, Є. А. Іванченко. – Одеса : Поліграф, 2009. – 159 с.
10. Хакен Г. Синергетика / Г. Хакен. — М.: Мир, 1980. — 406 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Шульга Наталія Вікторівна – кандидат педагогічних наук, доцент, докторант Харківського інституту фінансів Українського державного університету фінансів та міжнародної торгівлі.

Коло наукових інтересів: методика викладання стохастики**,** синерегетичний підхід до дослідження педагогічних систем