5. Троцко Г.В. Теоретичні та методичні основи підготовки студентів до виховної діяльності у вищих педагогічних навчальних закладах: Автореф. дис. … доктора пед. наук /Ін-т педагогіки і психології професійної освіти АПНУ. – К., 1997. – 54 с.
6. Хомич Л.О. Система психолого-педагогічної підготовки вчителя початкових класів: Дис. … доктора пед. наук: 13.00.04. – К., 1998. – 408 с.
7. Чайка В.М. Теорія і технологія підготовки майбутнього вчителя до саморегуляції педагогічної діяльності: Дис. … доктора пед. наук: 13.00.04. – Тернопіль, 2006. – 392 с.
8. Чобітько М.Г. Теоретико-методологічні засади особистісно орієнтованої професійної підготовки майбутніх учителів: Автореф. дис. … доктора пед. наук /АПНУ Ін-т педагогічної освіти і освіти дорослих. – К., 2007. – 42 с.

УДК 378.016:53
Н.В. Стучинська, І.Ф. Марголич

ІНТЕГРАЦІЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЇ ТА ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ У ПРОЦЕСІ ВМВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У роботі розглядаються проблеми вивчення вищої математики студентами медичних університетів в умовах сучасної освітньої парадигми. Дидактична система ґрунтується на поєднанні фундаментальної та фахової підготовки.

The problems of study of higher mathematics are in-process examined by the students of medical universities in the conditions of modern educational paradigm. The didactics system is based on combination of fundamental and professional preparation.

Постановка проблеми. Проблеми вдосконалення науково-теоретичної та практичної підготовки майбутніх фахівців є одними з найактуальніших у світовій та вітчизняній професійній освіті. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки є визначальним чинником у формуванні особистості, здатної до саморозвитку і самовдосконалення; особистості, яка б легко адаптувалася до швидкозмінних соціальних та технологічних умов, мала високий інтелектуальний та творчий потенціал, вміла використовувати набуті знання як до розв'язання прикладних завдань, так і до виробництва нових знань.

Метою статті є обґрунтування теоретико-методичних засад інтеграції фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при вивченні вищої математики.

Виклад основного матеріалу. У системі вищої медичної освіти математика вивчається в курсі “Медична та біологічна фізика” студентами медичного, медико-профілактичного, педіатричного, стоматологічного та медико-психологічного факультетів. Студенти фармацевтичного факультету вивчають окремий курс “Вища математика”. До основних завдань вивчення вищої математики у медичному університеті, на нашу думку, належать:

- забезпечення системою математичних знань, навичок та умінь, потрібних у трудовій діяльності за обраним фахом;
- закладення основ, достатніх для вивчення інших дисциплін (біофізики, біохімії, нормальної та патологічної фізіології, рентгенології, епідеміології, технології виготовлення лікарських препаратів тощо);
- розумовий розвиток особистості, розвиток логічного та абстрактного мислення та інтуїції, алгоритмічної та інформаційної культури;
- формування наукового світогляду;
- формування уявлень про ідеї і методи математики, навичок математичного моделювання при дослідженні різноманітних природних явищ.

Вивчаючи курс вищої математики, студенти вчаться аналізувати, формулювати й розв’язувати задачі фармацевтичного та медико-біологічного змісту, самостійно користуватися відповідною математичною літературою, організовувати експеримент, відбирати інформацію, обробляти отримані результати, визначати умови оптимізації процесів, оцінювати вплив певних факторів на результати дослідження.

Чинна програма передбачає вивчення елементів математичного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики. З історії математичного аналізу відомо, що до *поняття похідної* прийшли незалежно один від одного Г. Лейбніц, розв'язуючи геометричну задачу про знаходження положення дотичної до графіка у певній точці, та І. Ньютон, вирішуючи задачу про знаходження миттєвої швидкості. У шкільному курсі, як правило, детально розглядають одну з наведених задач, причому явної переваги не має жоден з підходів. У надзвичайно короткому курсі вищої математики, який вивчається на медичному факультеті, за браком часу немає можливості детально розв'язати обидві задачі і обмежуємося з'ясуванням геометричного та фізичного змісту похідної. Акцент слід зробити на фізичному змісті, сформулювавши задачу про миттєву швидкість у термінах і символах математичного аналізу (приріст аргументу, приріст функції, границя функції) та чітко виділивши кроки, які розкривають зміст похідної і фактично задають правило її знаходження, а саме: надання приросту аргументу, знаходження приросту функції, визначення відношення приросту аргументу до приросту функції (середня швидкість), знаходження границі відношення за умови, що приріст аргументу нескінченно малий (миттєва швидкість). Звертаємо увагу, що за допомогою таких самих чотирьох кроків розв'язуються інші фізичні задачі, задачі з хімії (наприклад, про швидкість розчинення речовини), з біології (швидкість зміни чисельності популяції), фармакології (швидкість розчинення таблетки, швидкість елімінації), фізіології (швидкість поширення нервового імпульсу) тощо.

З великої кількості різноманітних застосувань похідної (для дослідження функцій та побудови графіків, у наближених обчисленнях, наближених розв'язуваннях рівнянь, дослідженні та відокремленні коренів рівнянь, спрощенні виразів, доведенні тотожностей та нерівностей, знаходженні біномних коефіцієнтів, знаходження швидкості зміни функції, знаходження найбільших і найменших значень) доцільно розглянути найбільш значущі з фахової точки зору, а саме: застосування для наближених обчислень та визначення швидкості зміни функції. На фармацевтичному факультеті можна розглянути декілька задач на дослідження функції та побудову графіків. Зазвичай в якості одного з прикладів беремо функцію, що визначає нормальний закон розподілу. Пропедевтичне ознайомлення з кривою Гаусса і детальне дослідження її властивостей є досить корисним з огляду на подальше використання в інших розділах вищої математики та інших навчальних дисциплінах (фізиці, хімії, біостатистиці, фізіології тощо). Як правило, будуємо графік не лише функції, а і її похідної. Порівняння цих графіків та виявлення закономірностей є важливим з фахової точки зору – у медичних дослідженнях часто використовують такий підхід. Наприклад, при дослідженні електронного парамагнітного резонансуреєструють диференціальну криву (рис. 1), у реографії знімають реограму $V(t)$ та диференціальну реограму $V'(t)$ (рис. 2).

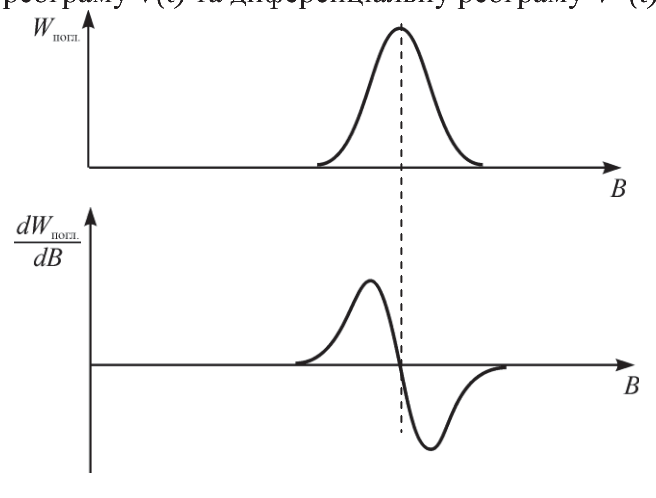

Рис. 1. Інтегральна та диференціальна криві поглинання енергії при ЕПР.

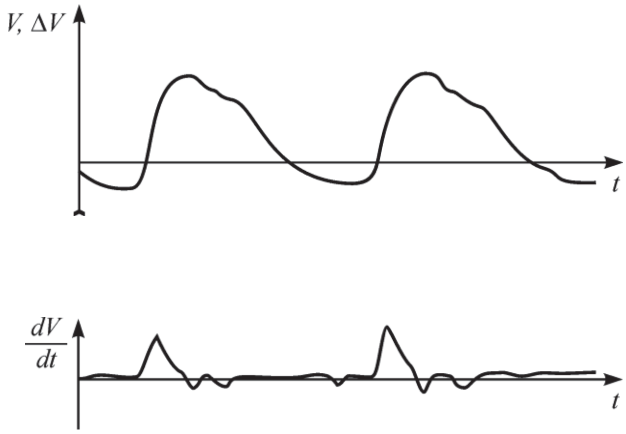

Рис. 2. Інтегральна та диференціальна реонефрограми.

Поняття диференціала є новим для студентів, оскільки в шкільному курсі математики не передбачено вивчення цього поняття і множник dx вводиться як єдиний символ у позначенні інтеграла. Можливі два підходи до вивчення диференціала: перший – розглядати це поняття паралельно із повторенням похідної та основних правил диференціювання, акцентуючи увагу на особливостях фізичного та геометричного тлумачення цих понять та на єдиних математичних підходах у знаходженні похідної та диференціалу; а другий – спочатку розглянути похідну, а потім диференціал.

Тлумачення фізичного змісту похідної та диференціала обов'язково ілюструємо прикладами. Оскільки операції знаходження похідної і диференціала є аналогічними, у студентів інколи складається хибне враження про тотожність цих понять. Важливо акцентувати увагу на відмінностях у фізичному тлумаченні похідної та диференціала. Доцільно поглибити розуміння цих тлумачень на задачах прикладного характеру. Наприклад, якщо $p(t)$ визначає розмір популяції бактерій в момент часу t, то $\frac{dp}{dt} = p'$ – швидкість зростання популяції, а $dp = p'\,dt$ – зміну чисельності популяції за достатньо малий проміжок часу dt.

Як показує практика, після вивчення цієї теми студенти непогано знаходять похідні та диференціали, але недостатньо добре оволодівають диференціальним підходом, як одним з найважливіших методів наукового пізнання. Тому погано розуміють, де і як цей матеріал може бути застосований до розв'язування фахових задач, тому дуже важливо розглянути декілька фахово зорієнтованих задач у даній темі, а також акцентувати увагу на диференціюванні як важливому методі наукового пізнання при вивченні диференціальних рівнянь.

При вивченні поведінки функції у даній точці простору особливий інтерес у фізиці викликає питання про напрям максимального зростання функції у даній точці. Вектор, модуль якого дорівнює найбільшій швидкості зростання функції $u = f(x, y, z)$ у даній точці P, а напрям збігається з напрямом максимального зростання, називається *градієнтом функції*. Градієнт має своїм початком точку P, а проекціями – значення частинних похідних функції $u(x, y, z)$ у точці P

$$\operatorname{grad} u = \frac{\partial u}{\partial x}\vec{i} + \frac{\partial u}{\partial y}\vec{j} + \frac{\partial u}{\partial z}\vec{k},$$

де $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – одиничні вектори осей Ox, Oy і Oz відповідно. Поняттям градієнта функції активно послуговуються при вивченні біофізики, медичної фізики, нормальної фізіології, біохімії, однак це поняття має бути сформоване саме при навчанні математики.

Первісна, інтеграл. Як показує експериментальна перевірка та багаторічний досвід розгляд даної теми доцільніше розпочинати не із задач, які привели до поняття первісної, а із знаходження первісної як оберненої до диференціювання операції на конкретному прикладі. Це може бути тригонометрична або степенева функція. Варто зауважити, що обернені операції не завжди є однозначними. Неоднозначною є й операція відшукання первісної, оскільки існує безліч функцій, похідні яких дорівнюють даній. Доцільно, щоб студенти, користуючись таблицею похідних, самостійно заповнили таблицю первісних.

Не можна обмежуватися при розгляді визначеного інтеграла розв'язуванням геометричної задачі про площу криволінійної трапеції, яка передбачена шкільною програмою з математики. Важливо розглянути хоча б одну з фізичних задач: про визначення шляху, пройденого тілом за його миттєвою швидкістю, про роботу змінної сили, знаходження маси неоднорідного стержня тощо, а також обов'язково декілька задач прикладного характеру, які зорієнтовані на майбутню фахову діяльність: наприклад, знаходження зміни маси таблетки при відомій швидкості розчинення, зміну концентрації препарату з ізотопним індикатором тощо.

Диференціальні рівняння. Студенти мають засвоїти поняття диференціального рівняння та його розв'язків, знати приклади задач, розв'язування яких приводить до диференціального рівняння, мати навички розв'язування найпростіших диференціальних рівнянь і, що найголовніше, навчитися формулювати задачі фахово-прикладного характеру в термінах диференціального числення. Математичний аналіз як математика змінних величин з часів свого зародження розвивався у тісному зв'язку з природознавством. Саме потреби природознавства (насамперед фізики) зумовили виникнення та розвиток інтегрального та диференціального числення. Вперше в біології диференціальні рівняння з'явилися у XVIII ст. і були використані для моделювання процесів розвитку популяцій. Поняття диференціального рівняння є ключовим у тій частині математичного аналізу, яку вивчають студенти медичних університетів, і особливості розгляду похідної, диференціала, інтеграла значною мірою підпорядковані саме вивченню диференціальних рівнянь. Диференціальні рівняння є одним з головних інструментів сучасної теорії моделювання, керування, прийняття рішень. Їх використовують при розв'язуванні найрізноманітніших проблем науки та техніки. На сьогодні теорія диференціальних рівнянь активно використовується в імунології, радіології, епідеміології, фармації та інших галузях медичної науки.

Щоб ввести поняття диференціального рівняння, розглядаємо етапи вивчення конкретного процесу [7: 430]:

1) створення наукової гіпотези, що ґрунтується на експерименті, і запис цієї гіпотези в математичній формі (у вигляді математичної задачі);
2) математичне розв'язання цієї задачі;
3) інтерпретація одержаного розв'язку.

Більшість законів, які характеризують процеси, що відбуваються у природі, встановлюють співвідношення між фізичними величинами і швидкістю зміни цих величин. Це означає, що багато фізичних законів описуються диференціальними рівняннями – рівняннями, до складу яких входить похідна (закон Бугера, закон радіоактивного розпаду, рівняння Фіка, гармонічні коливання та ін.).

Найскладнішим для студентів є перший етап, для здійснення якого потрібно проводити аналіз та синтез, співвідносити вихідні поняття з вибраними математичними еквівалентами, виділяти істотні закономірності та характеристики, використовувати наукову термінологію різних дисциплін.Незвичним для сприйняття студентів є й те, що загальним розв'язком диференціального рівняння є множина функцій, адже до цього (у шкільному курсі математики) вони мали справу з алгебраїчними рівняннями, розв'язком яких є значення або множина значень змінної величини. Розглядаємо приклади із суміжних дисциплін, фахово зорієнтовані задачі. Це можуть бути рівняння, що описують зміну концентрації лікарського препарату в організмі при різних способах його введення (фармакокінетичні моделі), моделі розвитку популяцій, моделі поширення епідемій, моделі реакції імунної системи тощо[10; 11; 12].

Наклад, однією з важливих проблем екології є динаміка чисельності популяції. Розглянемо колонію мікроорганізмів, яка існує в умовах необмежених ресурсів живлення. Швидкість зміни популяції $\frac{dN}{dt}$ є прямо пропорційною її чисельності N:

$$\frac{dN}{dt} = \gamma N .$$

Це рівняння в 1802 р. вперше отримав Мальтус. Потрібно проаналізувати розв'язок рівняння, згідно з яким чисельність популяції N необмежено зростає за експоненціальним законом. Але в жодній з реально існуючих популяцій це не реалізується. Пропонуємо студентам знайти пояснення цього факту. Повернувшись до вихідних припущень, студенти зауважують, що в природних умовах не виконуються припущення про необмеженість ресурсів живлення та відсутність впливу інших видів. Таким чином, *рівняння Мальтуса* можна застосувати лише до штучно створених популяцій, наприклад, популяцій пеніцилінових грибків, дріжджових бактерій.

Точніше описує розвиток природних популяцій *рівняння Ферхюльста–Перла*, отримане в 1845 р., яке враховує "фактор самоотруєння", що зменшує швидкість росту популяції: смертність є пропорційною розміру популяції, тобто дорівнює δN (δ – коефіцієнт самоотруєння). Величина δ визначається багатьма факторами: поширенням інфекцій, конкурентною боротьбою за їжу тощо. Таким чином, швидкість росту популяції в розрахунку на одну особину $\frac{1}{N}\frac{dN}{dt}$ дорівнює різниці між народжуваністю γ і смертністю δN:

$$\frac{1}{N}\frac{dN}{dt} = \gamma - \delta N$$

або

$$\frac{dN}{dt} = (\gamma - \delta N)N .$$

Графік залежності $N(t)$ за умови, що $N = N_0$ при $t = 0$, нагадує витягнуту літеру S (рис. 3), тому його називають S-подібною або логістичною кривою. Ця крива досить добре описує динаміку чисельності багатьох популяцій, що існують у природних умовах.

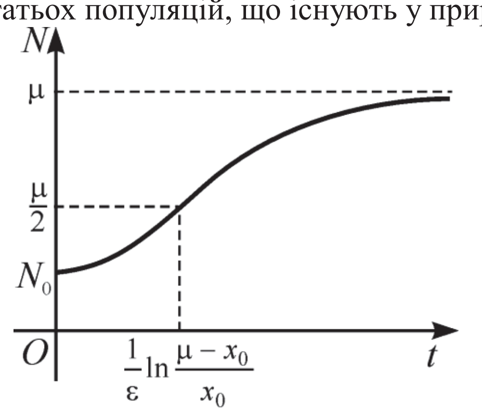

Рис. 3. Логістична крива.

Елементи стохастики. Уявлення про зв'язок випадкового та закономірного, про статистичні та динамічні залежності є обов'язковим елементом освіти сучасної людини. Вивчення стохастики (теорії ймовірностей, теорії випадкових процесів та математичної статистики) сприяє формуванню у майбутнього фахівця стохастичної культури, яка дозволяє використовувати прийоми строго детермінованого логічного мислення у ситуаціях невизначеності, вчить конкретності у формулюваннях та чіткості у термінології. Методи теорії ймовірностей та математичної статистики набувають все більшого застосування у різних галузях науки. На думку відомого математика Б. Гнеденка, „теорія ймовірностей є одним з найефективніших засобів кількісного дослідження різноманітних явищ природи та суспільства. Ця теорія надає досліднику не тільки і не стільки обчислювальний апарат пізнання, скільки найширші концепції, що уможливлюють знаходження порядку і закономірності там, де класичний детерміністичний підхід є безсилим" [2: 7]. Некласична стратегія природничо-наукового пізнання базується на принципі стохастичного характеру природних явищ. Вона розпочата ще Епікуром, а потім розвивалась Л. Больцманом, М. Планком, Н. Бором, Дж. Гібсом, В. Гейзенбергом та іншими. Стохастичні методи поряд з іншими математичними, фізичними та хімічними методами стали потужним інструментом сучасної медицини. Вони широко використовуються як у наукових розробках, в організації охорони здоров'я, так і в клінічній практиці: при розробці методів медичної діагностики, в теорії епідемій, імунології, медичній генетиці при плануванні та розробці методів медичного експерименту, при тестуванні лікарських препаратів тощо.

Елементи стохастики вже понад 20 років вивчаються у медичних університетах. Тенденції розвитку цієї змістової лінії у системі медичної освіти можна відстежити, аналізуючи навчальні програми, підручники та навчальні посібники [1; 3; 4; 6; 10; 12]. Однак теорія та практика професійно зорієнтованого навчання стохастики у медичному університеті досі не подавалася у цілісному вигляді, практично немає методичних досліджень з цього питання. Таких дослідження обмаль не лише стосовно медичних університетів, а й будь-яких інших природничих (фізичних, хімічних, біологічних) факультетів університету. Дискусійними залишаються питання місця, ролі та змісту стохастики у системі медичної підготовки. На медичному факультеті стохастика вивчається в невеликому обсязі і є складовою курсу „Медична та біологічна фізика", на фармацевтичному – є основою навчальної дисципліни „Вища математика", студенти медико-психологічного факультету стохастику практично не вивчають. Відсутність науково-методичного забезпечення та підготовлених належним чином фахівців є головною причиною того, що в медичних університетах України досі не вивчається курс „Біостатистика", хоча на всіх рівнях існує тверде переконання в його необхідності. У медичних університетах переважної більшості розвинених країн уже багато років такий курс вивчається в широкому обсязі, часто за кордоном відповідну змістову лінію називають аналізом даних.

Варто враховувати і соціально-психологічний аспект проблеми. У сучасному суспільстві важливим для громадянина є право на усвідомлений вибір, який безпосередньо пов'язаний з правом на отримання інформації, вмінням її аналізувати, оцінювати достовірність. Саме математична статистика навчає добувати, аналізувати, обробляти інформацію та приймати на її основі обґрунтовані рішення. На думку відомого математика А. Реньї [5], вивчення статистики сприятливо позначається також і на характері особистості, "оскільки дає змогу зрозуміти, що за певних обставин невдачі можна просто віднести до випадковості і, отже, зазнавши невдачі, аж ніяк не слід відмовлятися від боротьби за досягнення поставленої цілі".

Таким чином, дослідження методики навчання стохастики у вищих медичних закладах освіти потребують глибокого і всебічного наукового дослідження з позицій системного підходу. Базою таких досліджень повинні стати уже наявні методики та технології навчання математиці. Потребують окремого дослідження проблеми професійної спрямованості, а також проблеми інтеграції фундаментальної та фахової спрямованості стохастики.

Ті, хто викладає теорію ймовірностей, математичну статистику, напевно, знайомі з труднощами, що виникають у студентів при оволодінні навчальним матеріалом. Насамперед важко позбутися сильного впливу суто детерміністичного мислення. Студенти розуміють, що більшість процесів у природі та суспільному житті не є строго детермінованими, але їм потрібно пояснити, що детерміністичний підхід є першим наближенням до дійсності, наступний крок на шляху пізнання – стохастичний підхід. У цьому велике методологічне значення статистики, теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів. Студенти не можуть залишатися на рівні методологічних уявлень XVIII століття, вони повинні мати більш широкий погляд на природу та суспільні процеси. Формування статистичної культури відповідає інтересам розвитку всіх наук. Стохастична культура передбачає не тільки наявність певного рівня знань із теорії ймовірностей та математичної статистики, вмінь та навичок, але й потребу в їх практичному використанні. Стохастична культура не може бути сформована за короткий часовий проміжок, її потрібно виховувати з ранніх років. Не випадково у розвинених країнах з елементами теорії ймовірностей та математичної статистики школярів знайомлять уже з перших років навчання. Проведене нами дослідження засвідчило зростання рівня стохастичної культури школярів. За даними анкетування першокурсників Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, проведеного у 2006/07 н. році при довузівській підготовці вивчали стохастику 77 % респондентів, із них 63 % продемонстрували достатній рівень знань відповідно до програми середньої школи. Згідно з даними аналогічного анкетування, проведеного у 2000 р., лише 23 % першокурсників були знайомі з елементами теорії ймовірностей та математичної статистики. Звичайно, досліджувана вибірка не є репрезентативною і не дозволяє оцінити реальний стан упровадження ймовірнісно-статистичної змістової лінії в шкільний курс математики, однак отримані результати дозволяють відслідковувати тенденції, що спостерігаються в освіті, і дозволяє констатувати наявність істотних зрушень у розв'язанні цієї наболілої проблеми.

Стохастика є одним з найскладніших розділів серед фізико-математичних дисциплін, що вивчаються у медичних університетах, однак 56 % респондентів вважає, що курс стохастики має бути збільшений, причому 33 % бажають збільшити кількість практичних занять, 20 % – кількість лекцій. Понад 70 % респондентів звертають увагу на потрібність альтернативних форм занять: факультативів, гуртків, так званих „вирівнювальних" курсів тощо.

Висновки. Отже, навчання вищої математики у медичному університеті повинно мати професійну спрямованість, бути менш формалізованим, наближеним до майбутньої фахової діяльності. Студент має оволодіти не лише основними теоретичними відомостями та практичними навичками, а й навчитися їх застосовувати у майбутній фаховій діяльності. В такому випадку вища математика поруч з загальними задачами фундаментальної науки, які вона вирішує, забезпечуватиме також вирішення ряду фахових проблем.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Баврин И.И. Высшая математика. – М.: Просвещение, 1980. – С.452.
2. Гнеденко Б.В. Развитие теории вероятностей// Очерки по истории математики. – М.: Изд-во МГУ, 1977. – 247 с.
3. Гроссман С., Тернер Дж. Математика для биологов.: Пер с англ. – М.: Высш. школа, 1983. – 383 с.
4. Лобоцкая Н.Л., Мороз Ю.В., Дунаев А.А. Высшая математика: Учебник для вузов. – М.: Высш. шк., 1987.
5. Реньи А. Трилогия о математике: Пер. с венгерского. – М.: Мир, 1980.
6. Свердан П.Л. Вища математика: Аналіз інформації у математиці та медицині. – Львів: Світ, 1998.
7. Слєпкань З.І. Методика навчання математики: Підруч. для студ. мат. спеціальностей пед. навч. закладів. – К.: Зодіак – Еко, 2000. – 512 с.
8. Стучинська Н.В. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів при вивченні фізико-математичних дисциплін. – К.: Книга плюс, 2008 – 409 с.
9. Стучинська Н.В. Теорія та практика формування стохастичної культури // Математика в школі. – 2006. – №7 – С.11-15.
10. Чалий О. В., Стучинська Н.В., Меленєвська А.В. Вища математика для лікарів та фармацевтів Підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів. – К.: Техніка, 2001. – 200с.
11. Chalyi O.V., Tsekhmister Y.V., Margolych I.F., Melenevska A.V., Stuchynska N.V. Study guide of the lecture course Mathematical methods of computing medical and biological information (principles of calculus) for the students of medical faculties. – K., 2005. – 53 p.
12. Чалий О.В., Говоруха О.В., Стучинська Н.В., Марголич І.Ф. Вища математика. Теорія ймовірностей та математична статистика. Навчально-методичний посібник – К.: Асканія, 2008. – 93с.