

DOI: <https://doi.org/10.31392/NZ-npu-154.2022.14>

УДК 378.4.091.33:51]:61

Стучинська Н. В.

## ТЕХНОЛОГІЯ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ СТУДЕНТІВ МЕДИЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

*У статті проаналізовано та узагальнено досвід навчання вищої математики здобувачів вищої освіти в галузі охорони здоров'я. Сформульовано завдання, що покладаються на математичну підготовку магістрів медицини з позицій професійної компетентності майбутнього лікаря. Досліджено формування основних змістових ліній математичної підготовки майбутніх магістрів медицини, що здійснюється в рамках навчальної дисципліни "Медична і біологічна фізика", проаналізовано особливості організації освітнього процесу за дистанційною та змішаною формами навчання. Показано перспективність використання технологій змішаного навчання для забезпечення якості математичної підготовки.*

*Окрім цього, обґрунтовано теоретико-методичні засади навчання вищої математики та математичної статистики майбутніх лікарів у змішаному форматі в умовах карантинних обмежень та воєнного стану. Окреслено основні вектори впливу викладача на здобувачів освіти, в сучасних умовах навчання педагог має стати не лише модератором освітнього процесу, а ще й повноцінним його учасником задля досягнення високих навчальних досягнень студентів і підвищення рівня власної професійної майстерності. Лише викладач, який здатен знайти індивідуальний підхід до кожного здобувача освіти, орієнтуючись на його психологічні особливості та цілі загалом, може сприяти формуванню розвиненої особистості майбутнього фахівця.*

*Вказано, що підготовка висококваліфікованого конкурентоспроможного фахівця галузі охорони здоров'я потребує комплексного системного аналізу всіх складових фахової підготовки у закладах вищої освіти. Фундаментальні природничі дисципліни, до яких традиційно відносять і дисципліни математичного циклу, є базою для вивчення фахових клінічних дисциплін і, водночас, тим фундаментом, на якому базується здатність навчатися та самовдосконалюватися впродовж всього життя.*

**Ключові слова:** медична освіта, професійна компетентність, дистанційне навчання, змішане навчання, фахові компетентності.

Виклики останніх років (карантинні обмеження, обумовлені пандемією COVID-19 та широкомасштабне вторгнення росії) стали великим випробуванням для всього суспільства. Перед вітчизняними медичними (фармацевтичними) закладами вищої освіти стояло завдання організації навчального процесу та забезпечення якості та доступності вищої медичної (фармацевтичної) освіти. Завдання підготовки висококваліфікованого конкурентоспроможного фахівця галузі охорони здоров'я, здатного протистояти викликам сьогодення і навчатися та самовдосконалюватися впродовж життя, набуло особливої ваги і складності за таких умов.

У різних сферах галузі охорони здоров'я з року в рік зростає роль математичних методів: у практичній медицині, наукових медичних дослідженнях, адміністративно-управлінській діяльності тощо. До прикладу, доказова медицина, яка наразі є провідної доктриною загальноновизнаною у всіх

європейських країнах, повністю базується на математичних методах опрацювання результатів рандомізованих багатоцентрових досліджень. Математичні методи є одним з головних інструментів сучасної теорії і практики прогнозування, моделювання, прийняття рішень. Відтак, формування математичної культури майбутніх магістрів медицини є актуальною проблемою, яка потребує системного підходу до оновлення освітніх програм, вдосконалення змісту підготовки, модернізації форм і методів навчання, пошуку релевантних до викликів сьогодення моделей побудови навчального процесу.

**Метою статті** є обґрунтування теоретико-методичних засад навчання вищої математики та математичної статистики майбутніх лікарів в змішаному форматі в умовах карантинних обмежень та воєнного стану.

Підготовка висококваліфікованого конкурентоспроможного фахівця галузі охорони здоров'я потребує комплексного системного аналізу усіх складових фахової підготовки у закладах вищої освіти. Фундаментальні природничі дисципліни, до яких традиційно відносять і дисципліни математичного циклу, є базою для вивчення фахових клінічних дисциплін і, водночас, тим фундаментом, на якому базується здатність навчатися та самовдосконалюватися впродовж життя. В даній роботі ми намагатимемося знайти відповідь на два запитання: яка саме математична підготовка потрібна сучасному працівнику галузі охорони здоров'я. Тобто це питання змісту навчального матеріалу з вищої математики, його обсягу і глибини. Друге питання: які підходи є оптимальними для забезпечення ефективності освітнього процесу в умовах сучасних реалій. Тобто це питання пошуку ефективних технологій навчання, які релевантні умовам, в яких перебуває система вищої медичної освіти України.

У закладах вищої медичної (фармацевтичної) освіти вища математика студентами спеціальностей 222 Медицина, 221 Стоматологія, 225 Медична психологія вивчається як складова навчальної дисципліни "Медична та біологічна фізика" і лише студенти фармацевтичного факультету вивчають окремий курс "Вища математика і статистика". Основними завданнями вивчення вищої математики у медичному університеті є:

– забезпечення системою знань, навичок та умінь, що є підґрунтям формування професійної компетентності майбутнього фахівця галузі охорони здоров'я з опорою на той факт, що доказова медицина, яка є провідною доктриною сучасної медицини, повністю базується на методах математичної статистики;

– створення передумов для вивчення природничих та фахових дисциплін («Медична та біологічна фізика», «Медична біологія», «Медична хімія», «Біологічна та біоорганічна хімія», «Анатомія людини», «Нормальна фізіологія», «Біостатистика», «Медична інформатика», «Радіологія. Променева діагностика та терапія» тощо);

– розвиток логічного та критичного мислення

– формування наукового світогляду;

– розуміння можливостей математичних методів для дослідження медико-біологічних процесів та явищ [11].

Таким чином в курсі вищої математики виокремлюються дві складові: математичний аналіз та математична статистика, опановуючи азами яких, студенти мають навчитися аналізувати, формулювати й розв'язувати задачі медико-біологічного змісту, коректно використовувати математичний апарат, організовувати експеримент, опрацьовувати результати експериментальних та соціологічних досліджень, оцінювати вплив певних чинників на показники та результати дослідження.

В курсі математичного аналізу найважливішою, визначальною складовою математичної підготовки майбутніх магістрів медицини є диференціальні рівняння. Саме у процесі вивчення диференціальних рівнянь розкривається потенціал диференціального підходу як одного з провідних методів наукового пізнання. Дійсно, чимало процесів, що відбуваються у природі, можуть бути описані співвідношеннями між певними фізичними величинами, які характеризують ці процеси, та швидкістю зміни цих величин, тобто можуть бути описані за допомогою диференціальних рівнянь. Історично саме так, у тісному зв'язку з природознавством, розвивався математичний аналіз як математика змінних величин з часів свого зародження. До моделювання біологічних процесів вперше диференціальні рівняння були застосовані у XVIII ст. (йшлося про моделі розвитку популяцій). Сьогодні диференціальні рівняння є одним з головних інструментів сучасної теорії моделювання, керування, прийняття рішень.

Поняття диференціального рівняння є ключовим у тій частині математичного аналізу, яку вивчають студенти медичних університетів.

Зрозуміло, що розв'язування диференціальних рівнянь потребує розуміння поняття похідної, диференціала, визначеного та невизначеного інтеграла. Усі ці поняття (окрім диференціала) мають бути сформовані у процесі опанування шкільного курсу математики, актуалізація опорних знань є необхідною передумовою вивчення диференціальних рівнянь.

Варто зупинитися на тлумаченні фізичного змісту похідної, зробивши це на прикладах задач професійно орієнтованого змісту. Найпростішими і найзручнішими методологічно є моделі розчинення таблетки, елімінації лікарського препарату при одноразовій ін'єкції в кров, зміни чисельності популяції. Дещо складнішим з методичної точки зору, хоча й актуальнішим на сьогодні, прикладом є розвиток епідемій. Ці моделі рекомендуємо розглядати в групах з вищим вихідним рівнем математичної підготовки. Формулюємо ці моделі як задачі у термінах і символах математичного аналізу, розрізняючи кроки, які є загальними та допомагають розкрити зміст похідної та диференціала: надання приросту аргументу та знаходження приросту функції, визначення відношення приросту аргументу до приросту функції (середня швидкість), знаходження границі відношення за умови, що приріст аргументу нескінченно малий (миттєва швидкість). *Поняття диференціала* є новим, воно не вивчається у шкільному курсі математики (множник  $dx$  вводиться як

єдиний символ у позначенні інтеграла). Оскільки операції знаходження похідної і диференціала є схожими, у студентів доволі часто складається хибне враження про тотожність цих понять. Важливо акцентувати увагу на відмінностях у фізичному тлумаченні похідної та диференціала на задачах прикладного характеру [11].

Таким чином, на прикладах задач, як приводять до диференціального рівняння, ми навчаємо формулювати задачі прикладного характеру в термінах диференціального числення, а лише потім переходимо до формування навичок розв'язування найпростіших диференціальних рівнянь. Практика останніх років показує, що ми змушені обмежитися розв'язуванням диференціальних рівнянь першого порядку з відокремлюваними змінними.

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 орієнтовані 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 [11].

Вивчаючи дану тему, на нашу думку, доцільно не пропустити повз увагу студентів поняття градієнта функції. Цим поняттям широко послуговуються при вивченні фізіології, хімічних та клінічних дисциплін, однак сформулювати його чітко доречно саме тут, оскільки градієнт як вектор, напрямок якого вказує на максимальне зростання функції, має своїми проєкціями на координатні осі частинні похідні.

Таким чином, нами окреслений зміст першої теми "Моделювання медико-біологічних процесів методами математичного аналізу". Важливо щоб студенти оволоділи диференціальним підходом, як одним з найважливіших методів наукового пізнання. Вони мають розуміти де і як цей матеріал може бути застосований до розв'язування фахових задач. З огляду на це, доцільно розглянути найбільш значущі з фахової точки зору застосування: моделі розвитку епідемій, фармакокінетичні моделі, моделі розвитку популяцій.

Інша складова, інша змістова лінія математичної підготовки майбутніх магістрів медицини має бути акцентована на формуванні стохастичної культури. Ці знання об'єднанні нами в тему "Аналіз медичних даних методами математичної статистики»

Як уже зазначалося, доказова медицина базується на опрацюванні та критичному оцінюванні результатів багатоцентрових, рандомізованих, сліпих, плацебо контрольованих досліджень, тому одним з найважливіших

інструментів її є математична статистика. Розуміння зв'язків випадкового та закономірного, уявлення про статистичні методи та підходи є обов'язковим елементом освіти сучасного магістра медицини. Вивчення елементів теорії ймовірностей та математичної статистики формує вміння використовувати прийоми строго детермінованого логічного мислення у ситуаціях невизначеності. Наша думка суголосна з думкою відомого математика українського походження 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 уможливають знаходження порядку і закономірності там, де класичний детерміністичний підхід є безсилим" [6, с. 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 [9]. Математична статистика навчає планувати експеримент, збирати та аналізувати дані, опрацьовувати результати та приймати на їх основі обґрунтовані рішення. На думку відомого математика А. Реньї [10], вивчення статистики сприятливо впливає на формування вольових якостей 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".

Формування дидактичних основ методики навчання стохастики у медичних ЗВО потребують глибокого і всебічного наукового дослідження з позицій системного підходу, оскільки, на думку студентів, стохастика є одним з найскладніших розділів серед дисциплін, що вивчаються у медичних університетах. Її вивчення відбувається у курсі декількох навчальних дисциплін, що потребує узгодження програм, підручників, термінології. Будучи першою ланкою у системі медичної вищої освіти з великого обсягу ми намагалися добирати найважливіший навчальний матеріал, який стане базою для інших дисциплін. Таким, на нашу думку, є поняття простору елементарних подій, випадкової події та випадкової величини, обчислення основних числових характеристик розподілу випадкових величин (використовуємо медичні, фармацевтичні або біологічні дані). Навчаємо студентів на конкретних прикладах і задачах з медицини і біології обчислювати математичне сподівання, дисперсію та стандартне відхилення випадкових величин. Також вводимо поняття кореляційного зв'язку між ознаками досліджуваних величин, вчимо студентів оцінювати значущість кореляційного зв'язку, приводячи реальні приклади з медицини та біології. Особливу роль надаємо вивченню довірчих інтервалів для оцінки математичного сподівання нормально розподіленої випадкової величини. Це доволі об'ємний за змістом матеріал, який потрібно викласти у стислі терміни. На допомогу приходить технологія "перевернутого класу". Студенти мають

добре засвоїти відповідні розділи шкільного курсу: поняття простору елементарних подій, випадкової події, статистичне й класичне означення ймовірності, теореми множення та додавання ймовірностей, формулу Бернуллі. Наше завдання – створити дидактично виважений комплект необхідних для цього навчально-методичних матеріалів та застосувати гнучкість при виборі навчальних технологій, які з урахуванням обставин конкретної, у багатьох випадках незалежної від нас, ситуації дадуть змогу ефективно ці знання актуалізувати.

Аналіз ситуації в ЗВО, наукової літератури [1-3, 5, 8], педагогічного досвіду свідчить, що сучасна цифрові технології у поєднанні з технологіями змішаного навчання можуть стати тими інструментами, що здатні забезпечити якісну математичну підготовку фахівців галузі охорони в умовах що є реаліями для сьогодення нашої країни – спочатку карантинні обмеження, обумовлені пандемією COVID-19, потім воєнний стан, що спричинений широкомасштабним вторгненням РФ.

Нами використовувалися змішані технології навчання як на рівні форм навчальної діяльності, так і засобів, що містять різні навчальні формати та контенти.

Вимушений перехід до дистанційної форми навчання під час гострої фази епідемії, а потім до змішаної (аудиторна/дистанційна) зумовив збільшення частки самостійної роботи студентів. Практика показала, що самостійне навчання є ефективним лише за умови достатньо високої мотивації студентів. Для підтримки рівня мотивації студентів має бути розроблений комплекс добре продуманих заходів. Серед апробованих нами, показав свою ефективність такий комплекс: система налагодженого зворотного зв'язку між викладачами та студентами; використання технології “перевернутого класу”, стовідсоткове оцінювання на кожному практичному занятті, робота в малих групах, опора на цифрові технології, що передбачало наявність належного рівня сформованості цифрової компетентності здобувачів медичної освіти [2, 8, 9]. Схожі результати заходи вживали й інші дослідники, які в своїх роботах зазначали, що при дистанційній формі навчання змогли досягти такої ж якості надавання освітніх послуг, що й при очному навчанні [1, 3, 5].

Ще одним позитивним чинником, що сприяв досягненню якості математичної підготовки майбутніх магістрів медицини став той факт, що вступникам на спеціальності “Стоматологія”, “Медицина”, “Педіатрія” для того щоб взяти участь у конкурсному відборі для вступу, потрібно було набрати щонайменше 150 балів із другого та третього конкурсних предметів ЗНО, якими були українська мова та математика, третій предмет вступник міг обирати з переліку: біологія, хімія, фізика. Безумовно, досить велику роль відіграють засоби навчання. Це і розроблені нами підручники та навчальні посібники, курс мультимедійних лекцій, методичні посібники для проведення практичних занять у дистанційному форматі, робочі зошити. Усі ці засоби систематизовано і структуровано і розроблено не лише українською мовою, але і англійською [4] для іноземних здобувачів вищої медичної освіти, які

наразі продовжують навчання у дистанційному форматі оскільки переважна більшість з них була змушена виїхати з України, продовжуючи освіту в медичному університеті.

**Висновки.** Системотвірним елементом конструювання змісту вищої математики, що вивчається у медичному університеті має бути орієнтування на професійні потреби майбутньої фахової діяльності. Не менш важливо при цьому зберегти наукову цілісність навчального матеріалу. Студент має здобути основні теоретичні знання з вищої математики та навички застосування їх до вирішення професійних проблем. Таке завдання, попри його надвисоку складність, може бути вирішене поєднанням засобів цифрових технологій та технологій змішаного навчання

### *Використана література :*

1. Davies B., Leung A., Dunne S. So how do you see our teaching? Some observations received from past and present students at the Maurice Wohl dental Centre. *Eur. J. Dent. Educ.* 2012;16(3):138–143.
2. Digital Competence as a Necessary Component of the Professional Competence of Pharmaceutical Industry Employees Kuchyn Iurii, Tetiana Reva, Nataliia Stuchynska, Mykytenko Pavlo, Kucherenko Inna3, Oksana Chkhalo *Archives of Pharmacy Practice*. Volume 13. Issue 1. January – March 2022.
3. Maclean B. S. R., Wilson D., editors. *International Handbook of Education for the Changing World of Work*. Springer Science Business Media B.V; 2009.
4. *Medical and Biological Physics : textbook for students of higher medical institutions of the IV accreditation level – 3rd ed.* / Chalyi A. V., Tsekhmister Ya. V., Agapov B. T. [et al.]. Vinnitsia, Nova Knyha, 2020. 480 pp.
5. Patel B., Taggar J. S. Virtual teaching of undergraduate primary care small groups during COVID-19. *Educ. Prim. Care*. 2021 doi: 10.1080/14739879.2021.1920475.
6. Гнеденко Б. В. Развитие теории вероятностей. Очерки по истории математики. М. : Изд-во МГУ, 1977. С. 24.
7. Свердан П. Л. Вища математика: Аналіз інформації у математиці та медицині. Львів : Світ, 2019.
8. Стучинська Н., Соколова Т. Дослідження комунікативної активності студентів медичного університету у соціальних мережах ISSN 2076-8184. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2011. № 3 (23). Режим доступу до журналу : <http://www.journal.iitta.gov.ua> <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/425>
9. Стучинська Н. В., Новікова І. М. Проектування сучасного освітнього середовища на засадах особистісно орієнтованого та компетентнісного підходів. *Наукові записки*. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Том 2, випуск 10.
10. Стучинська Н. В. Теорія та практика формування стохастичної культури. *Математика в школі*. 2006. № 7. 11-15.
11. Чалий О. В., Стучинська Н. В., Меленевська А. В. Вища математка : навч. посібник для студентів мед. та фарм. навч. закладів. К. : Техніка, 2001. 204 с.

### *References :*

1. Davies B., Leung A., Dunne S. So how do you see our teaching? Some observations received from past and present students at the Maurice Wohl dental Centre. *Eur. J. Dent. Educ.* 2012; 16(3) : 138–143.
2. Digital Competence as a Necessary Component of the Professional Competence of Pharmaceutical Industry Employees Kuchyn Iurii, Tetiana Reva, Nataliia Stuchynska, Mykytenko Pavlo, Kucherenko Inna3, Oksana Chkhalo *Archives of Pharmacy Practice*. Volume 13. Issue 1. January – March 2022.
3. Maclean B. S. R., Wilson D., editors. *International Handbook of Education for the Changing World of Work*. Springer Science Business Media B.V; 2009.
4. *Medical and Biological Physics : textbook for students of higher medical institutions of the IV accreditation level – 3rd ed.* / Chalyi A. V., Tsekhmister Ya. V., Agapov B. T. [et al.]. Vinnitsia, Nova Knyha, 2020. 480 pp.

5. Patel B., Taggar J. S. Virtual teaching of undergraduate primary care small groups during COVID-19. *Educ. Prim. Care*. 2021 doi: 10.1080/14739879.2021.1920475.
6. Gnedenko B. V. *Razvitie teorii veroyatnostej. Oчерki po istorii matematiki*. M. : Izd-vo MGU, 1977. S. 24.
7. Sverdan P. L. *Visha matematika: Analiz informaciyi u matematiki ta medicini*. Lviv : Svit, 2019.
8. Stuchinska N., Sokolova T. *Doslidzhennya komunikativnoyi aktivnosti studentiv medichnogo universitetu u socialnih mrezhah* ISSN 2076-8184. *Informacijni tehnologiyi i zasobi navchannya*. 2011. № 3 (23). Rezhim dostupu do zhurnalu : <http://www.journal.iitta.gov.ua> <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/425>
9. Stuchinska N. V., Novikova I. M. *Proektuvannya suchasnogo osvitnogo seredovisha na zasadah osobistisno oriyentovanogo ta kompetentnisnogo pidhodiv. Naukovi zapiski*. Seriya: Problemi metodiki fiziko-matematichnoyi i tehnologichnoyi osviti. Tom 2, vipusk 10.
10. Stuchinska N. V. *Teoriya ta praktika formuvannya stohastichnoyi kulturi. Matematika v shkoli*. 2006. № 7. 11-15.
11. Chaliy O. V., Stuchinska N. V., Melenyevska A. V. *Visha matematika : navch. posibnik dlya studentiv med. ta farm. navch. zakladiv*. K. : Tehnika, 2001. 204 s.

***STUCHYNSKA N. V. Technology of mixed education of higher mathematics students of medical universities.***

*The article analyzes and summarizes the experience of learning higher mathematics of students of higher education in the field of health care. The formation of the main content lines of the mathematical training of future Master of Medicine developed within the educational discipline "Medical and biological physics" was studied, the peculiarities of the organization of the educational process by distance and mixed forms of education were analyzed. The task is formulated for the mathematical preparation of masters of medicine from the position of professional competence of the future doctor. The perspective of using blended learning technologies to ensure the quality of mathematical training is shown.*

*In addition, the theoretical and methodological principles of teaching higher mathematics and mathematical statistics of future doctors in a mixed format in the conditions of quarantine restrictions and martial law are substantiated. The main vectors of the influence of the teacher on the students of education are outlined. In modern conditions of education, the teacher should become not only a moderator of the educational process, but also also a full-fledged participant in order to achieve high educational achievements of students and increase the level of their own professional skills. Only a teacher who is able to find an individual approach to each student, focusing on his psychological characteristics and goals in general, can contribute to the formation of a developed personality of a future specialist.*

*It is indicated that the training of a highly qualified and competitive specialist in the field of health care requires a comprehensive systematic analysis of all components of professional training in institutions of higher education. Fundamental natural sciences, which traditionally include the disciplines of the mathematical cycle, are the basis for studying professional clinical disciplines and, at the same time, the foundation on which the ability to learn and self-improvement is based throughout life.*

***Key words:*** *medical education, professional competence, distance learning, blended learning, professional competencies.*