

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка
Фізико-математичний факультет
Кафедра математики та методики її навчання

Кваліфікаційна робота
РЕАЛІЗАЦІЯ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У
МЕДИЧНОМУ ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ

Спеціальність 014 Середня освіта
Освітня програма Середня освіта (Математика, фізика)

Здобувача вищої освіти освітньо-
кваліфікаційного рівня «магістр»
Агбаш Валерії Федорівни

НАУКОВИЙ КЕРІВНИК:
доктор педагогічних наук, професор
Ачкан Віталій Валентинович

РЕЦЕНЗЕНТ:
кандидат педагогічних наук, доцент
кафедри математики та методики її навчання
Рівненського державного гуманітарного
університету
Сяська Наталя Андріївна

Тернопіль – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У МЕДИЧНОМУ ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ.....	5
1.1. Прикладна спрямованість навчання математики, як основа предметних та фахових компетентностей.....	5
1.2. Реалізація та зміст курсу математики в медичному фаховому коледжі	11
1.3. Психолого-педагогічні основи навчання математики в фаховому коледжі	16
Висновки до Розділу 1	22
РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИКЛАДНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У ФАХОВОМУ МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ..	24
2.1. Реалізація прикладного навчання математики для фельдшерів у медичному коледжі.....	24
2.2. Реалізація прикладного навчання математики для стоматологів у медичному коледжі.....	32
2.3. Хмарні сервіси для моделювання складних прикладних задач.....	37
2.4. Педагогічний експеримент і його результати.....	44
Висновки до Розділу 2	54
ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасна система фахової освіти орієнтована на підготовку конкурентоспроможного фахівця, здатного до критичного мислення, самостійного прийняття рішень і застосування наукових знань у практичній діяльності. Математика у медичній освіті виконує не лише функцію базової дисципліни, а й є важливим інструментом аналітичного осмислення медичних процесів. Однак практика показує, що традиційні підходи до викладання математики в медичних коледжах часто залишаються відірваними від майбутньої професійної діяльності студентів, що знижує їх мотивацію та ефективність засвоєння знань.

Історію й розвиток ідеї прикладної спрямованості навчання математики та дослідження з організації навчання математики в коледжах розглянуто у роботах таких науковців: О.К. Бекболганова [1], Б.К. Омарбаєва [1], В.Г. Болтянський [3], А. Розіїв [4], А.В. Прус [7], А.О. Новікова [8], І.В. Лов'янова [14], Я. Д. Батаєва [23], О.Ю. Немченко [27], О.Б. Сиздикова [27], М.Г. Гілярова [28] тощо. Однак, незважаючи на існуючі надбання в розробці цієї проблематики, існує необхідність удосконалення курсу математики з урахуванням професійної спрямованості, впровадженням практико-орієнтованих завдань медичного змісту та використанням інноваційних хмарних технологій, які розширюють можливості інтерактивного навчання, що обумовлює актуальність обраної теми дослідження.

Мета дослідження полягає у розробленні, теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці компонентів методики навчання курсу математики для студентів медичного фахового коледжу. Для досягнення цієї мети необхідно виконати такі *завдання*:

- вивчити прикладну спрямованість навчання математики, як основи предметних та фахових компетентностей;

- дослідити реалізацію та зміст курсу математики, проаналізувати психолого-педагогічні основи навчання математики в фаховому медичному коледжі.
- реалізувати прикладну спрямованість та можливості хмарних сервісів у навчанні математики фельдшерів та стоматологів у медичному коледжі;
- провести експериментальне впровадження елементів удосконаленої методики та оцінити їх ефективність.

Об'єктом дослідження є процес навчання математики у медичному фаховому коледжі.

Предметом дослідження є удосконалення курсу математики засобами професійно-орієнтованого навчання та хмарних технологій.

Методи наукового дослідження. У ході роботи використано комплекс теоретичних і емпіричних методів дослідження: *аналізу та синтезу* – досліджено психолого-педагогічну та науково-методичну літературу; *індукції та дедукції* – узагальнено педагогічний досвід; *експертних оцінок* – проведено спостереження та анкетування студентів; педагогічний *експеримент* та інші статистичні методи обробки результатів.

Джерельна база сформована з публікацій вітчизняних і зарубіжних науковців, посібників та інтернет-ресурсів.

Практичне значення дослідження полягає у можливості використання запропонованої методики викладачами математики медичних коледжів, а також у розширенні можливостей міждисциплінарної інтеграції в освітньому процесі.

Результати дослідження були представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації», що відбувалася в 2025 році в місті Запоріжжя [38].

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 2 розділів, висновків; містить 82 сторінки тексту, 11 рисунків, 4 таблиці, 3 додатки. Список використаних джерел включає 38 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ПРИКЛАДНОЇ СПРЯМОВАНOSTІ НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У МЕДИЧНОМУ ФАХОВОМУ КОЛЕДЖІ

1.1. Прикладна спрямованість навчання математики, як основа предметних та фахових компетентностей

Одним із найважливіших принципів навчання у сучасному коледжі завжди був і залишається принцип зв'язку навчання з життям, з практикою побудови сучасного суспільства.

Цей принцип ґрунтується на теорії пізнання, яка вважає процес пізнання дійсності нерозривно пов'язаним із практикою. Сучасний фаховий коледж, будучи єдиним трудовим, політехнічним, вважає найважливішою умовою формування в студентів гуманістичного світогляду діалектичну єдність теорії та практики.

На етапі науково-технічного прогресу наука, зокрема і математика, стає безпосередньої продуктивної силою суспільства. Тому гарна математична підготовка студентів є необхідною умовою їхньої успішної трудової діяльності надалі. Одним із шляхів удосконалення підготовки студентів, як зазначається у педагогічній літературі, є реалізація прикладної спрямованості навчання математики.

В даний час, коли наука відіграє величезну роль не тільки в техніці, сфері виробництва, але проникає в багато інших галузей людської діяльності, тільки політехнічної спрямованості навчання недостатньо.

У методичній літературі існують великі розбіжності щодо термінології, що стосуються формування таких умінь. По відношенню до них використовуються терміни «прикладні», «практичні», «політехнічні», «загальноматематичні» тощо [1, с.16]. З огляду на це немає і однозначного розуміння терміна «прикладна спрямованість навчання».

Застосування математики до вирішення практичних проблем проходить ряд етапів, перша група яких пов'язана з математичним моделюванням, друга –

з дослідженням сформованої моделі, і третя – з інтерпретацією отриманих результатів під час вирішення математичного завдання у початковій реальній ситуації. При цьому вміння, що використовуються на етапах першої та третьої групи не є, власне, математичними (надалі їх називатимемо позаматематичними), а вміння, що використовуються на другому етапі – як, власне, математичними (уміння вирішувати математичні завдання), так і вміння в раціональній організації таких рішень щодо вихідної ситуації[1, с.16].

Таким чином, вміння у застосуванні математики на практиці поділяються на два види: вміння у застосуванні математичного апарату до математичних об'єктів (математичні вміння) та вміння у застосуванні математичних знань та умінь в організації рішення у дослідженні реальних ситуацій (поза математичними або прикладними вміннями).

В якості працюючих ми приймаємо такі визначення. Під практичною спрямованістю навчання математики розуміється відбір математичного змісту предмета та математичних методів, що мають важливе значення для дослідження завдань, що виникають у практиці, та на їх основі формування відповідних умінь застосування математичного апарату до математичних об'єктів.

Під прикладною спрямованістю навчання математики розуміється відбір змісту, спрямованого навчання застосування математики у дослідженні реальної дійсності та його основі формування відповідних позаматематичних умінь.

Політехнічна спрямованість навчання впливає з енциклопедичного визначення політехнічного навчання: «... навчання, що дає знання про головні галузі та наукові засади сучасного виробництва та озброює загально-технічними практичними навичками, необхідними для роботи на виробництві. Політехнічне навчання має на меті готувати до оволодіння технікою й технологією, що вдосконалюється, змінними видами виробничої праці та до участі в технічному прогресі» [2,с. 330-331].

При визначенні сутності поняття прикладної спрямованості навчання математики методисти виходять із різних позицій, одна з них полягає у відображенні особливостей розвитку математики як науки (теоретична або

«чиста» та прикладна) на навчальний предмет «математика». У цьому випадку, визначаючи поняття «прикладна спрямованість навчання математики», виходять з тлумачення прикладної математики як науки про оптимальні або просто практично прийнятні методи вирішення математичних завдань, що виникають поза математикою [3, с. 35].

Прикладна математика – це застосування математичних методів у різних галузях, таких як фізика, техніка, медицина, біологія, фінанси, бізнес, інформатика та промисловість. Таким чином, прикладна математика є поєднанням математичної науки та спеціальних знань. Термін «прикладна математика» також визначає професійну спеціальність, у якій математики працюють над практичними завданнями, формулюючи та вивчаючи математичні моделі [4, с.82].

Історично прикладна математика формувалася ще за часів стародавніх цивілізацій, а першими прикладами можна вважати вавилонську математику (використовувалася для астрономії та передбачення місячних і сонячних затемнень), грецьку математику (Евклід, Архімед та Піфагор зі своїм внеском у геометрію та механіку), ісламський Золотий Вік (досягнення в алгебрі, тригонометрії та оптиці таких вчених, як Аль-Хорезмі та Ібн аль-Хайсам) та Європу епохи Відродження (розвиток числення Ньютоном і Лейбніцем, що здійснило революцію у фізиці та техніці) [5]. В процесі свого формування та розвитку наука складалася переважно з прикладного аналізу, передусім диференціальних рівнянь, теорії наближення (у широкому розумінні, включаючи уявлення, асимптотичні методи, варіаційні методи та чисельний аналіз) та прикладної ймовірності.

Сьогодні термін «прикладна математика» використовується у більш широкому значенні. Він включає класичні області, зазначені вище, а також інші області, які стають все більш важливими (див. рис.1.1).



Рис. 1.1. Застосування прикладної математики у різних галузях

Джерело: сформовано автором на основі [5]

Аналізуючи рис.1.1. бачимо, що прикладна математика відіграє вирішальну роль у різних наукових та інженерних дисциплінах, таких як [5]:

~ Фізика: використання диференціальних рівнянь для опису руху частинок і рідин і застосування статистичної механіки для розуміння термодинаміки.

~ Інженерія: використання методів оптимізації в системах проектування та керування, а також застосування чисельних методів у моделюванні та аналізі кінцевих елементів.

~ Біологія: моделювання динаміки популяції, поширення хвороб і біологічних процесів, таких як кінетика ферментів.

~ Хімія: моделювання квантової механіки та молекулярної динаміки для розуміння хімічних реакцій і властивостей матеріалів.

У бізнесі та промисловості прикладна математика незамінна для прийняття рішень та оптимізації всіх процесів, а основні її сфери включають [5]:

~ Фінанси: математичні моделі для ціноутворення похідних інструментів, управління ризиками та оптимізації інвестиційних портфелів.

~ Управління ланцюгом поставок: методи оптимізації для контролю запасів, логістики та розподільних мереж.

~ Дослідження операцій: лінійне програмування, теорія масового обслуговування та методи моделювання для підвищення ефективності та зниження витрат.

~ Аналіз даних: статистичні методи та алгоритми машинного навчання для аналізу великих наборів даних і отримання інформації.

Втім, прикладна математика продовжує розвиватися, а нові тенденції та технології формують майбутнє цієї галузі. Деякі нові області включають[5]:

~ Машинне навчання: використання математичних алгоритмів, щоб дозволити комп'ютерам навчатися на основі даних і робити прогнози або приймати рішення.

~ Аналітика великих даних: розробка методів аналізу та інтерпретації масивних наборів даних, створених за допомогою сучасних технологій.

~ Обчислювальна біологія: застосування математичних моделей і алгоритмів для розуміння біологічних систем і процесів.

~ Квантові обчислення: Дослідження потенціалу квантової механіки для революції в обчисленнях і розв'язанні складних математичних проблем.

~ Наука про мережі: вивчення структури та динаміки складних мереж, таких як соціальні, біологічні та технологічні мережі.

Навіть такі області, як теорія чисел, які є частиною чистої математики, тепер важливі для інших галузей (таких як криптографія), хоча зазвичай вони не вважаються частиною прикладної математики як такої.

Виходячи з вищенаведеного, прикладна математика — це динамічна та багатогранна сфера, яка відіграє вирішальну роль у вирішенні реальних проблем у різних дисциплінах. Використовуючи математичні методи та моделі, прикладні математики надають цінні ідеї та рішення, які стимулюють інновації та прогрес. У науці, техніці, бізнесі чи нових технологіях вплив прикладної математики є глибоким і далекосяжним. Тому, враховуючи вищезазначене, під поняттям прикладної спрямованості навчання математики варто розуміти «навчання

студентів розв'язуванню так званих прикладних задач – завдань, які передбачають попередню математизацію ситуації (складання математичної моделі запропонованого завдання) і доведення рішення до числового «значення». Аналогічне тлумачення даного поняття наводиться і в іншій роботі: «Прикладна спрямованість навчання математики – це орієнтація змісту та методів навчання застосування математики в техніці та суміжних науках; у професійній діяльності; у народному господарстві та у побуті» [6, с. 12].

Таким чином, прикладна спрямованість навчання математики є важливим інструментом формування як базових, так і професійно орієнтованих знань студентів. Її впровадження в освітній процес сприяє більш якісній підготовці студентів до майбутньої професійної діяльності та формує їхню готовність до вирішення реальних задач у конкретній галузі. Наприклад, у медичному коледжі задачі можуть включати розрахунок дозування ліків, аналіз показників здоров'я пацієнтів або створення графіків змін фізіологічних параметрів. Такий підхід дозволяє студентам побачити практичну значущість математичних знань і мотивує їх до глибшого вивчення предмета.

Саме тому закордонні та вітчизняні науковці вважають, що прикладна спрямованість навчання математики сприяє розвитку у студентів аналітичного мислення, здатності працювати із складними моделями та знаходити оптимальні рішення [7, 8, 9, 10]. Ці вміння стають основою для успішного виконання фахових завдань та впливають на формування необхідних компетентностей, які поділяють на:

- ~ предметні компетентності, які охоплюють знання математичних методів, способів розв'язання задач, а також уміння виконувати математичні обчислення;
- ~ фахові компетентності, які включають здатність використовувати математичні знання для вирішення професійних завдань, зокрема побудови моделей, аналізу даних та оцінки результатів.

Отже, прикладна спрямованість навчання математики є необхідною складовою освітнього процесу, яка забезпечує формування у студентів не лише базових математичних знань, але й практичних навичок, необхідних для

розв'язання реальних професійних задач. Вона сприяє формуванню аналітичного й абстрактного мислення, які виражаються у вміння поєднувати між собою отримані знання з різних дисциплін, та готовності до сучасних викликів.

1.2. Реалізація та зміст курсу математики в медичному фаховому коледжі

Сучасний етап розвитку медицини характеризується широким впровадженням у її систему складних технологій, що забезпечують нову якість та ефективність медичної допомоги.

Підвищення точності прийняття лікарських рішень в умовах інформації, що швидко змінюється, закономірно диктує використання математичних методів при виконанні завдань, що мають місце в медичній практиці. Математичні методи лягли в основу принципів доказової медицини, згідно з якими лікарські рішення повинні прийматися не на досвіді та інтуїції лікаря, а на клінічно підтвердженій, математично обробленій та статистично достовірній інформації про результати у великій сукупності подібних випадків [11]. Саме тому студентам-медикам необхідно розуміти та знати методологію та принципи математичних обчислень.

Для того, щоб майбутній лікар мав теоретичний та практичний досвід формування та використання різноманітних математичних інструментів, він обов'язково має пройти повний курс базової та вищої математики. Враховуючи, що вступ до коледжу відбувається після 9 класу, то навчальна програма курсу математики у медичному фаховому коледжі призначена для організації навчання на профільному рівні та повністю відповідає програмі 10-11 класів.

Навчальна програма загалом розрахована на 630 год, з яких 420 год присвячено алгебрі та початкам аналізу й 210 год – геометрії, проте цей час є орієнтовним, адже викладачам дозволяється редагувати тематичну послідовність і час відповідно до прийнятих методичних концепцій і конкретної навчальної

ситуації. На основі тематичного плану вчитель складає календарно-тематичний план і визначає обсяг необхідного для навчання матеріалу [12].

Навчальна програма передбачає резерв навчального часу, тому вчитель має право самотужки вирішувати, як його використати, наприклад, повторити матеріал, вивчений у попередні роки, вивчити додаткові предмети, які є складними для засвоєння студентами, або інтегрувати уроки з основними предметами чи додатковими.

Програму викладено у вигляді таблиці з двома стовпцями: очікувані результати роботи студентів та зміст матеріалу (див. дод. А). У змісті зазначено матеріал, який має вивчатися на кожному рівні навчання. Очікувані результати роботи студентів зосереджені на результатах навчання і є об'єктом управління та оцінювання.

Підґрунтям змісту навчальної програми виступають наступні принципи [12]: – послідовність вивчення математики між певними рівнями математичної освіти, допрофільної математики та математики на вищих рівнях; – гарантія високоякісного рівня математичної освіти як основи професійної підготовки.

Математика посідає виняткове місце в системі людських знань і відіграє роль універсального й потужного методу в сучасній науці. Отож, унікальну увагу необхідно приділяти артикуляції позиції математики в прикладних галузях. Зокрема, студентів потрібно навчити правильно розуміти математичне моделювання та застосовувати його на практиці, зокрема й в галузі медицини.

Опановуючи математику на профільному рівні, студенти повинні розуміти, що процес використання математики до розв'язування будь-якої практичної задачі поділяється на такі етапи [12]: 1) формалізація (від обставин, описаних в задачі, до складеної математичної моделі цих обставин й до чітко сформованої математичної задачі), 2) розв'язування задачі в рамках побудованої моделі та 3) інтерпретація та використання отриманого розв'язку до вихідних обставин.

Час, присвячений вивченню основ алгебри та аналізу, дозволить поглибити рівень засвоєння предмета шляхом вивчення та навчання розв'язувати прикладні

задачі з таких галузей, як інженерія, енергетика, атомна фізика, екологія та економіка.

У курсі «Алгебра і початки аналізу», оскільки однією з основних тем є функції, акцент здійснюється на вивчення властивостей функцій в різних формах. Важливо відобразити зв'язок між функціями, рівняннями та нерівностями, які є ключовими поняттями курсу. Ще варто зауважити, що функції моделюють справжні процеси, отже в баченні студентів має відбутися асоціація характеру цих процесів із відповідною функцією, її графічним зображенням та властивостями. Незвичайну увагу необхідно приділити експоненціальним функціям, які широко використовуються при моделюванні процесів та явищ у навколишньому світі.

Робота з графічними зображеннями у вигляді графіків, діаграм тощо, посідає важливе місце в діяльності фахівців медичної галузі. Отож при досліджуванні функцій акцент варто робити на формуванні вмінь визначати властивості функції за її графіком, його побудові за заданою аналітичною формулою у вигляді таблиці або експериментальними даними, а ще здійснювати його геометричні перетворення. Студентів слід навчити визначати за графіком функції її неперервність, точку розриву, проміжки зросту та спаду, знакосталості, максимуму і мінімуму. Багато задач у природничих науках, математиці та техніці підводять до поняття похідної. Тому доцільно ввести це поняття як узагальнення результатів розв'язання певних практичних задач. При цьому відразу підкреслюється основне прикладне значення поняття, воно стає більш природним і легшим для розуміння. При формулюванні поняття похідної слід розуміти, що похідна моделює не тільки швидкість механічного руху, а й швидкість змін в часі кожного процесу (приміром, швидкість нагрівання, швидкість випаровування і т.д.). Синхронне досліджування фізичної та геометричної сутності похідної дозволяє студентам встановити зв'язок між швидкістю процесу та «крутизною» графіка.

Опанування теми «Інтеграли та їх застосування» слід починати з розбору множини початкових значень заданої функції. Не слід занадто захоплюватися

навчанням студентів техніці інтегрування. Розвиток технічних навичок інтегрування не повинен підміняти використання інтегралів у моделюванні справжніх процесів.

Поняття ймовірності слід будувати, поєднуючи статистичний та аксіоматичний підходи. Водночас програма повинна охоплювати низку повсякденних і прикладних задач, які ілюструють і розкривають імовірнісні та статистичні закономірності.

Важливе місце в програмі посідає розв'язування задач з параметрами. Процес розв'язування таких задач природно озброює студентів арсеналом прийомів і методів мислення, таких як аналіз, індукція і дедукція, узагальнення і конкретизація, класифікація і систематизація, аналогія. Ці завдання дозволяють перевірити рівень знань з основних розділів шкільного курсу математики, рівень логічного мислення студентів та їхні початкові навички дослідницької роботи. Таким чином, параметричні завдання мають діагностичне та прогностичне значення.

Основними формами навчання є вивчення нового матеріалу, розвиток навичок розв'язування задач, узагальнення і систематизація знань, контроль і корекція знань. Це лекції, семінари, прикладні заняття та нетрадиційні форми освіти (рухливі слайд-лекції, математичні ігри, уроки «єдиної проблеми» та «певної ідеї», математичні «батли», інтегровані уроки). Математичні «батли», інтегровані уроки з математики та біології поєднують вивчення основ алгебри та аналізу з обробкою даних (у тому числі комп'ютерною), отриманих під час експериментів та практичних робіт з інших предметів. Можливі також різні індивідуальні або групові види діяльності, приміром, висвітлення результатів «пошукового» завдання на сторінках книги, журналу чи веб-сайту або «заповнення підручника». До навчального процесу мають бути залучені вчителі, науковці та експерти з вищих навчальних закладів.

Мотиваційну стадію навчального процесу також не дозволено ігнорувати. Одним із методів мотивації, який можна використовувати на уроках математики та фізики/математики, є створення проблемних ситуацій. Такі ситуації можуть

бути досить складними і вимагати серйозних математичних знань та значних зусиль для вирішення. Намагаючись знайти шляхи розв'язання проблемних ситуацій, студенти стикаються з недостатністю наявних математичних знань і необхідністю набуття нових предметних знань.

Сучасні інформаційні технології надають широкі можливості для вдосконалення та оптимізації навчального процесу, активізації пізнавальної діяльності та розвитку творчого мислення студентів. При використанні інформаційних технологій слід дотримуватися наступних педагогічних умов:

- ~ врахування особливостей, змісту і структури навчальної діяльності, життєвого циклу студента, здібностей, інтересів і нахилів, індивідуальних відмінностей студентів та їх проявів у сфері комунікативних відносин і пізнавальної діяльності;

- ~ відповідна освітня технологія повинна бути варіативною і особистісно-орієнтованою, коли знання, уміння і навички розглядаються не тільки як власні, але і як засіб розвитку пізнавальних і особистісних якостей студентів, коли вона сприяє формуванню у школярів здатності ставати суб'єктами власного розвитку, їх рефлексивного ставлення до себе.

Викладання математики в коледжі покращується завдяки використанню таких програмних засобів, як GeoGebra (див. рис.1.2), Kahoot, PawaerPoint. Одними з найважливіших завдань під час викладання дисципліни є побудова графіків функцій, розв'язування лінійних рівнянь і нерівностей, знаходження площі фігури, обмеженої графіком функції, побудова перерізів геометричного об'єкта, обчислення об'єму обертового тіла тощо. Класна та позакласна/факультативна робота з математики повинна організовувати проблемно-пошукову (дослідницьку) діяльність студентів.

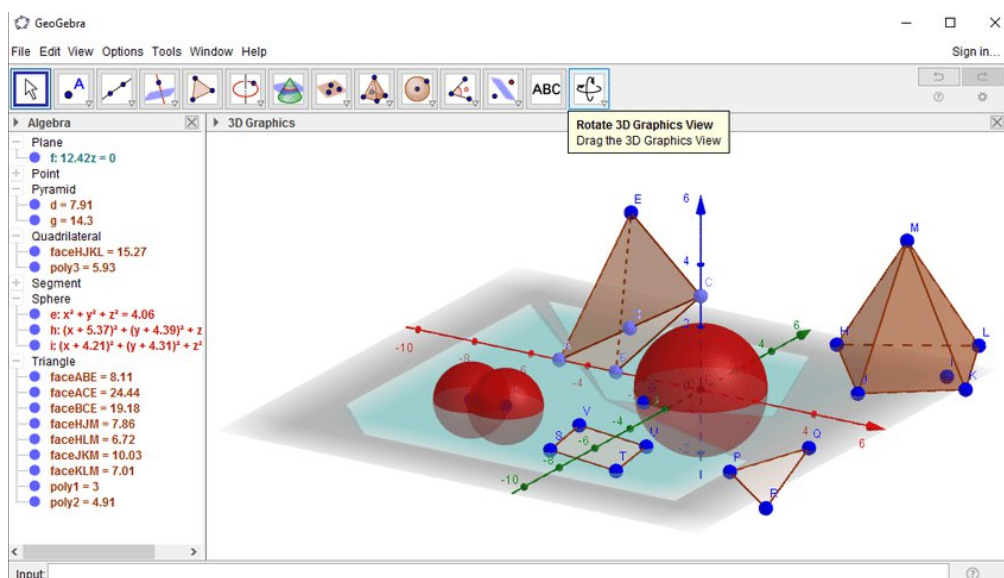


Рис. 1.2. Програмне забезпечення GeoGebra

Джерело:[13]

Таким чином, бачимо, що курс математики в медичному фаховому коледжі лише завершує профільну шкільну програму, проте не готує студентів до початку професійної діяльності, забезпечуючи їх необхідними знаннями та вміннями для вирішення практичних задач лише в загальному порядку, а не у медичній сфері.

1.3. Психолого-педагогічні основи навчання математики в фаховому коледжі

Психолого-педагогічні дослідження показують, що соціальна самовизначеність має важливе значення в розвитку особистості студентів коледжу, а пріоритетні орієнтації та мотивація діяльності, її зміст і характер визначають успішність навчальної діяльності та подальшу життєву творчість.

Центральним новоутворенням психічного розвитку студентів коледжу є орієнтація на майбутнє, яка визначає життєву перспективу взагалі (а не тільки участь у певній діяльності): це і потреба зайняти внутрішню позицію дорослого, зрозуміти себе як члена суспільства, визначити своє призначення вжитті. І тому потрібен достатній рівень розвитку особистості: аналіз і переоцінка моральних

принципів, установок, щоб побудувати власну систему цінностей, життєвих цілей, перспектив [14].

І. В. Дубровіна, Б. С. Круглов і М. М. Поспелов стверджують, що навчання відіграє вирішальну роль у психічному розвитку учня, а тому в кожний віковий період навчання має забезпечувати формування інтелектуальної сфери, сприяти особистісному розвитку, створювати умови для емоційного благополуччя [15, с. 9].

На основі цього можемо зробити висновок, що визначальну роль у розвитку особистості в навчанні може зіграти формування та розвиток наступних сфер особистості: мотиваційної, емоційно-ціннісної, інтелектуальної, когнітивної. Розглянемо більш детально кожен із виділених нами сфер.

Формування мотиваційної сфери відбувається через впливом геть формування мотивів. Бажання навчатися, позитивне ставлення до вчення, знань, коледжу спонукаються багатьма потребами та мотивами, які формуються та виховуються при правильно організованому навчанні. До новоутворень у мотиваційній сфері особи слід віднести: усвідомлення актуальності вивчення дисципліни, утворення стійкого інтересу до навчальної дисципліни [16, с. 146].

Про вплив процесу навчання на інтелектуальну сферу школярів ми судимо з того, якими прийомами і навичками розумової діяльності (умінням узагальнювати, класифікувати, діяти з розумом, усвідомлювати способи розв'язання різних типів завдань тощо) володіють учні на кожному етапі навчання, наскільки ці прийоми та навички відповідають віковим нормативам. Про інтелектуальний розвиток переконливо свідчить також ступінь сформованості у учнів прийомів запам'ятовування навчального матеріалу, особливості їх пам'яті (зокрема, співвідношення смислового та механічного запам'ятовування навчального матеріалу тощо), здатність діяти з розумом [15, с.11].

Успішність навчання залежить тільки від рівня сформованості розумових умінь і навичок, способів розумової діяльності та запам'ятовування навчального матеріалу, а й від розвитку емоційно-ціннісної сфери особистості студента

коледжу. Студент має не тільки вміти вчитися, а й хотіти це робити. Вже сформовані потреби створюють необхідність вдосконалення методів і способів, вкладених у пошук і знаходження предметів задоволення. Так, залежно від емоційно-ціннісної сфери особистості йде розвиток пізнавальних інтересів, здібностей, навичок, умінь, навичок, характеру студента.

У цьому віці спостерігається поступовий перехід до такого способу задоволення пізнавальних інтересів, як цілеспрямована пізнавальна діяльність. Вона є найвищим рівнем пізнавальної потреби і пов'язана як з розвитком інтелектуальної сфери студентів коледжу, так із формуванням особистості людини загалом. Рівень цілеспрямованої пізнавальної діяльності кваліфікується такими ознаками: у навчальних заняттях спостерігається інтерес до певної групи предметів, причому вже досить незалежний від особистості вчителя; навчальні та позанавчальні інтереси пов'язані між собою та охоплюють якусь конкретну сферу пізнавальної діяльності (гуманітарні предмети, природні тощо); професійний вибір, хоч і не завжди остаточний, перебуває у певній відповідності до всієї системи інтересів [14].

Ще одна з істотних потреб людини, що становить її емоційно-ціннісну сферу — це досягнення успіху в тій діяльності, якою вона займається, ця потреба знаходить своє вираження у будові та змісті самооцінки. Відповідно до теорії когнітивного дисонансу Л. Фестінгера, позитивні емоційні хвилювання виникають у людини в тому випадку, коли її очікування підтверджуються, а когнітивні уявлення втілюються в життя, тобто коли реальні результати діяльності відповідають раніше запланованому [17, с.268].

Отже, психологізація навчання – це не тільки вивчення та облік вікових та індивідуальних особливостей суб'єктів навчання під час навчального процесу, а й адаптування до них змісту навчання, дослідження та використання психологічних можливостей навчального матеріалу у розвитку емоційно-вольових та інтелектуально-пізнавальних процесів, національному вихованні учнів [18, с.7].

Кожна навчальна дисципліна має психологічні пріоритети. Зміст математичних дисциплін характеризується їх особливостями, які належним чином впливають і на місце математичних дисциплін у структурі навчального процесу, і на психологічне забезпечення засвоєння математичних знань. До них відносять [18, с.5]:

- ~ високий рівень узагальнення та абстрактності;
- ~ тісний взаємозв'язок між усіма елементами знань;
- ~ велика кількість термінів та понять;
- ~ домінування дедуктивних висновків, логічних обґрунтувань, постійне включення аналітико-синтетичних функцій мислення;
- ~ переважання методу вправ, його істотна роль не тільки для формування відповідних навичок та умінь, а й для засвоєння теоретичних знань;
- ~ загальне домінування функцій, що розвивають, над освітніми під час вивчення математики;
- ~ велика роль ядра математичних знань та навичок для успішного подальшого просування і у навчанні, і у розвитку.

Серед зазначених особливостей математики як навчального предмета більшість має психологічний характер, домінантою яких є інтелект учнів.

Таким чином, передбачається, що зміст освіти та методи навчання мають забезпечувати безперервний розумовий розвиток учнів, без якого немає справжнього засвоєння знань. Проте аналіз стану сучасної освіти вказує на те, що навчання на основі різних педагогічних технологій не завжди дає змогу отримати очікуваний результат. Ми вбачаємо причиною цього недостатньо досліджені психологічні механізми пізнавального розвитку.

Тому в умовах особистісної орієнтації освіти, виходячи із завдань профільного навчання студентів коледжу, насамперед, заслуговує на увагу особистісний підхід. Особистісний підхід за К. К. Платоновим це принцип особистісної обумовленості всіх психічних явищ людини, її діяльності, її індивідуально-психологічних особливостей. Говорячи про роль особистісного

підходу в профільному навчанні, розглянемо ідеї К. К. Платонова про підструктури особистості. Автор виділяє [19, с.31]:

- ~ соціально обумовлену підструктуру,
- ~ індивідуально набутий досвід,
- ~ індивідуальні особливості психічних процесів,
- ~ біологічно (генетично) обумовлені властивості особистості.

Ми дотримуємося погляду автора в тому, що перша підструктура, що включає моральні властивості особистості, відносини, інтереси, значною мірою визначає вибір студентом шляхів та форм навчання. Уявлення про майбутню професію, ціннісні орієнтації, пов'язані з певним видом діяльності, зумовлюють вибір напряму поглибленого оволодіння знаннями та спеціальністю.

Індивідуально набутий досвід виступає і результатом вчення, праці, виховання та самовиховання, і засобом розвитку індивідуальних особливостей психічних процесів. У той же час останні зумовлюють рівні можливості особистості та її прояви в різних сферах життя, що і визначає профільну орієнтацію студентів залежно від розвитку сприйняття, пам'яті, мислення, відчуття, емоцій [20, с. 61].

Підсумовуючи, слід зазначити, що знання про особистість інтенсивно диференціюються, тому доцільно сформулювати таке наукове уявлення про особистість, яке чіткіше підкреслювало б її цілісний характер, єдність і повноту її психологічного складу та психологічну структурованість. Виходячи із завдань та цілей профільного навчання студентів коледжу, саме залучення особистісного підходу дасть можливість вийти на профільні та професійні характеристики особистості, а значить і забезпечити психолого-педагогічну основу профілізації коледжу.

Наступний не менш важливий аспект профільного навчання – це співвідношення навчання та становлення у студентів компетентності, необхідної для обраного профілю. Досліджуючи проблему формування компетентної особи випускника профільного коледжу, ми дотримуємося погляду Р. В. Безсонова та

О. П. Околелова, які до процесу формування у студентів ключових компетентностей висувають такі вимоги [21, с. 25]:

- ~ інтегрувати предмети з позиції розв'язання задач, що спрямовані на оволодіння компетентностями;
- ~ забезпечувати кожному учню можливість навчання за оптимальною індивідуальною програмою, що враховує повною мірою його пізнавальні особливості, мотиви, схильність та інші особисті якості;
- ~ інтегрувати зміст провідних навчальних предметів;
- ~ забезпечувати співвідношення теоретичної та практичної підготовки учнів;
- ~ інтенсифікувати процес навчання;
- ~ позбавляти учнів психічних та фізіологічних навантажень.

Компетентнісний підхід в освіті пов'язаний з особистісно-орієнтованим та діяльнісним підходами до навчання, оскільки стосується особистості учня і може бути реалізованим та перевіреном лише у процесі виконання конкретним учнем певного комплексу дій. Він потребує трансформації змісту освіти, перетворення його з моделі, яка існує, об'єктивно, для «усіх» учнів, на суб'єктивні надбання одного учня, які можна виміряти [14].

Системний підхід як загальнонауковий рівень методології педагогіки відображає загальний зв'язок та взаємозумовленість явищ та процесів педагогічної дійсності. Системний підхід – це підхід, в основу якого покладено аналіз, синтез, узагальнення, порівняння, класифікацію, виявлення причинно-наслідкових зв'язків і відносин [22, с. 120].

Основні форми та методи навчання, що сприяють підвищенню якості навчання математики – це: рольові ігри, ділові ігри, семінари, повторювально-узагальнюючі заняття, конференції, диспути, діалоги, проблемне навчання, самостійна робота, захист рефератів, індивідуальна робота, творчі твори, доповіді, повідомлення, тестування, програмований контроль, дослідницька робота тощо. Всі перераховані технології навчання сприяють вирішенню проблеми якості навчання.

Стосовно методів навчання математики, то їх можна розділити на три категорії: методи відтворення, методи вирішення проблем і творчі та репродуктивні методи (див. табл. 1.1) [23, с. 32].

Таблиця 1.1.

Категорії методів навчання математики

Категорія	Приклади
Методи відтворення	Імітаційні вправи
	Огляд навчальних матеріалів
	Вправи з моделювання [24, с. 10]
Методи вирішення проблем	Вправи на загальне мислення у малих групах
	Пошукова та дослідницька діяльність учнів
	Евристичне обговорення
Творчі та репродуктивні методи	Ділові ігри
	Метод навчальних проектів [25, с. 6-7]

Переваги охарактеризованих вище методів може бути цілком реалізовані шляхом організації викладання математики у вигляді проблемного навчання [26, с. 160]. Під даним терміном зазвичай розуміють систему прийомів та методів, що забезпечують дії суб'єктів освітніх відносин, спрямовані на раціональну організацію мисленнєвої діяльності тих, хто навчається шляхом генерації проблемних ситуацій та їх вирішення [23, с. 33].

Усі методи навчання мають свої сильні та слабкі сторони, і тому залежно від цілей, умов, наявного часу необхідно їх оптимально поєднувати.

Підсумовуючи, слід зазначити, що в сучасних умовах розвитку психолого-педагогічної науки, знання про особу активно диференціюються, а тому має сенс сформулювати таке наукове уявлення про особу, яке найчіткіше підкреслювало б її цілісний характер, єдність та повноту її психологічного складу, а також психологічну структурованість. Системний підхід до профільного навчання та формування сфер особистості студентів коледжу, дозволить забезпечити психолого-педагогічну основу профілізації навчання.

Висновки до Розділу 1

Прикладна спрямованість навчання математики є важливим інструментом формування як базових, так і професійно орієнтованих знань студентів. Її впровадження в освітній процес сприяє більш якісній підготовці студентів до майбутньої професійної діяльності та формує їхню готовність до вирішення реальних задач у конкретній галузі. Наприклад, у медичному коледжі задачі можуть включати розрахунок дозування ліків, аналіз показників здоров'я пацієнтів або створення графіків змін фізіологічних параметрів. Такий підхід дозволяє студентам побачити практичну значущість математичних знань і мотивує їх до глибшого вивчення предмета.

Реалізація навчання прикладної математики вимагає інтеграції теоретичних знань із практикою, що можливо через впровадження контекстного навчання, проєктної діяльності, використання сучасних технологій та інтеграцію з іншими дисциплінами. Це сприяє підвищенню мотивації студентів і розвитку їхніх аналітичних здібностей. Проте детальне вивчення змісту програми показало, що курс математики в медичному фаховому коледжі лише завершує профільну шкільну програму, проте не готує студентів до початку професійної діяльності, забезпечуючи їх необхідними знаннями та вміннями для вирішення практичних задач лише в загальному порядку, а не у медичній сфері.

Навчання математики в медичному коледжі має враховувати специфіку підготовки студентів після 9-го класу. Особливий акцент слід робити на завершенні шкільного курсу математики та його інтеграції з професійними дисциплінами, такими як хімія, біологія та медицина. Проте, курс математики в медичному фаховому коледжі лише завершує профільну шкільну програму, а не готує студентів до початку професійної діяльності, інтегруючись у медичну сферу.

Отже, прикладна спрямованість навчання математики в коледжі повинна створювати умови для розвитку у студентів не лише математичних знань, але й компетентностей, необхідних у їхній майбутній професійній діяльності. Впровадження сучасних методів викладання та врахування психолого-

педагогічних аспектів дозволить зробити навчальний процес більш ефективним, практично орієнтованим та цікавим для студентів.

РОЗДІЛ 2. РЕАЛІЗАЦІЯ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИКЛАДНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ У ФАХОВОМУ МЕДИЧНОМУ КОЛЕДЖІ

2.1. Реалізація прикладного навчання математики для фельдшерів у медичному коледжі

У професійній практиці лише від фахівців, які освоїли повністю математичні підходи, очікується аргументоване, коректне використання математичного апарату. У зв'язку з цим блок математики для медичних фахівців має всі підстави для оновлення і не тільки обов'язковий, а й вимагає розширення. При визначенні компетенцій, які формуються математикою для лікарських спеціальностей, виділимо деякі необхідні вміння. Навчання математики під час підготовки лікарів необхідне формування таких умінь, як [27, с. 48]:

- ~ вміння у процесах, пов'язаних із професійною діяльністю, знайти логіку, формалізувати підхід;
- ~ вміння вирішити завдання природничо-наукового змісту, підтвердити закономірності, що описуються у фізиці, біології, хімії;
- ~ вміння збирати однорідні дані, усвідомлювати наявність статистичних закономірностей чи їх відсутність;
- ~ коректне обчислення значень величин, вміння перевірити одержаний результат на відомих прикладах, вміння порівняти результат обчислення із загальновідомими значеннями.

В Ізмаїльському медичному коледжі більшість абітурієнтів обирають професію фельдшера, тому пропонуємо розглянути детальніше інтеграцію в курс математики завдань для цієї професії. Для розуміння, які математичні завдання варто інтегрувати, пропонуємо використовувати таке визначення цієї професії: фельдшер – це фахівець із середньою спеціальною медичною освітою, який має право проводити діагностику та встановлювати діагноз, проводити самостійне лікування або направляти пацієнта до лікаря-фахівця.

Будь-який медичний працівник, і фельдшер не є виключенням, щодня у своїй роботі використовує таблицю множення, правила дій із раціональними

числами. Наприклад, для правильного підрахунку хворих, лікарняних листів, упаковок із ліками. Медичні працівники постійно стикаються з одиницями обсягу лікарських засобів: при проведенні ін'єкцій, обчисленні швидкості та дози для внутрішньовенного та внутрішньо-м'язового введення ліків.

Тема «Шкали та координати» також використовується в медицині, адже на багатьох знайомих нам медичних приладах та апаратах є шкали – на градуснику, тонометрі, ростомірі, терезах, шприцах, пробірках для взяття аналізів крові. І з цими шкалами медичному працівникові доводиться розбиратися. Адже якщо, наприклад, неправильно виміряно артеріальний тиск, це може призвести до того, що неправильно буде призначена доза лікарського засобу, а це завдасть шкоди здоров'ю.

У медицині використовують багато математичних формул. Вони застосовуються для розрахунку тиску пульсу, підбору лінз, визначення типу аритмії тощо.

Медичні працівники щодня стикаються із умінням розрахувати відсотки. Арифметична та геометрична прогресії використовуються в медицині при плануванні лікування. Велике місце у сучасній медицині займає математична статистика.

Ритми серця та рух математичного маятника, зростання бактерій та геометрична прогресія, формула ДНК – все це приклади застосування математичних розрахунків у медицині.

Розглянемо інтеграцію прикладної математики до математичного курсу для фельдшерів з прикладу використання диференціальних рівнянь.

Диференціальне рівняння в математиці – це рівняння, що пов'язує значення деякої невідомої функції в деякій точці та значення її похідних різних порядків у тій самій точці. Диференціальне рівняння містить у своєму записі невідому функцію, її похідні та незалежні змінні. А вирішуються диференціальні рівняння з використанням правил диференціювання та інтегрування [28, с. 211].

Теорія диференціальних рівнянь – розділ математики, в якому вивчаються диференціальні рівняння та пов'язані з ними завдання. Її результати застосовують у багатьох природничих науках [28, с. 211].

У медичних спеціальностях диференціальні рівняння, наприклад, використовуються для [28, с. 212]:

1) визначення швидкості кровотоку, швидкості руху клапанів та стінок серця (ехокардіографія), визначення в'язкості крові та інших параметрів гемодинаміки;

2) описи медико-біологічних додатків ультразвуку: ехоенцефалограма, УЗД, ультразвукова фізіотерапія, ультразвукова локація та кардіографія;

3) описи процесів фізіологічної акустики, яка вивчає пристрій і роботу звуко-сприймаючих та звуковідтворюючих органів людини та тварин тощо.

Розглянемо застосування диференціальних рівнянь на вирішенні конкретного завдання, застосовуваного у медицині.

1. Розчинення лікарських форм речовини із таблеток.

Випробування «Розчинення» призначене для визначення кількості діючої речовини, яка за умов, зазначених у фармакопейній статті чи нормативній документації, за певний проміжок часу має вивільнятися у середовище розчинення із твердої дозованої лікарської форми.

Нехай n – кількість речовини у таблетці, яка залишилася до часу розчинення t , то:

$$\frac{dn}{dt} = -kn, \quad (2.1)$$

де k - постійна швидкість розчинення.

У цьому рівнянні мінус означає те, що з часом кількість лікарських форм речовини зменшується.

В процесі розв'язання цієї задачі приходимо до рівняння, яке ми називаємо диференціальним. Одним з найбільш розповсюджених методів, які учні знають ще з восьмого класу є розподіл по частинам елементів, тому розділимо змінні та про інтегруємо їх:

$$\frac{dn}{n} = -kdt, \quad (2.2)$$

$$\int \frac{dn}{n} = - \int k dt \quad (2.3)$$

Отже, отримаємо:

$$\ln |n| = -kt + \ln |C| \quad (2.4)$$

Скористаємося властивістю логарифму, отримаємо:

$$|n| = C_1 e^{-kt}, \quad (2.5)$$

де $C_1 = e^c$ – довільна константа.

За якістю модуля отримаємо:

$$n = C_2 e^{-kt}, \quad (2.6)$$

де $C_2 = \pm C_1$ – довільна константа.

Вважаючи, що за $t = 0$ $n = n_0$, отримуємо $C_2 = n_0$, означає:

$$n = n_0 e^{-kt}. \quad (2.7)$$

Формула виражає закон розчинення лікарських форм речовини із таблеток в інтегральній формі. З рівняння:

$$n = n_0 e^{-kt}, \quad (2.8)$$

знайдемо постійну швидкість поширення k :

$$K = \frac{1}{t \ln\left(\frac{n_0}{n}\right)}, \quad (2.9)$$

Період напіврозчинення таблеток $t = t_{\frac{1}{2}}$, $n = \frac{n_0}{2}$:

$$\frac{n_0}{2} = n_0 e^{-kt_{\frac{1}{2}}}, \quad (2.10)$$

$$\frac{1}{2} = e^{-kt_{\frac{1}{2}}}. \quad (2.11)$$

Прологарифмуємо обидві частини рівняння:

$$\ln \frac{1}{2} = -kt_{\frac{1}{2}}. \quad (2.12)$$

Виразимо $t_{\frac{1}{2}}$, отримаємо $t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{k} = \frac{0,693}{k}$ [29].

2. Тепер розглянемо приклад розпаду ліків в організмі людини.

Умова задачі:

В організм хворого ввели ліки, яка частина ліків розпадеться через 8 годин, якщо через 4 години після введення 4 мг препарату його маса зменшилася вдвічі?

Розв'язання:

Для вирішення цього завдання необхідно встановити залежність зміни кількості лікарської речовини в організмі від часу.

Позначимо: $N_0 = 8$ – кількість лікарського препарату (мг) у початковий момент часу, $N_2 = 4$ – кількість лікарського препарату через дві години, де N – кількість препарату у будь-який момент часу. Швидкість зміни кількості препарату пропорційна кількості препарату в даний момент часу:

$$\frac{dN}{dt} = kN, \quad (2.13)$$

Розв'язком даного диференціального рівняння, яке описує шукану залежність, є наступний вираз:

$$N = Ce^{kt}, \quad (2.14)$$

Використовуючи початкові умови, визначимо C :

$$8 = Ce^{k0}, \quad (2.15)$$

$$\text{так як } e^0 = 1,$$

$$C = 8.$$

Тоді $N = 8e^{kt}$. Відомо, що як тільки в організм ввели препарат, через 4 години його маса зменшилася вдвічі. Визначимо k . Для цього підставимо в останнє рівняння значення $t = 4$, $N = 4$, отримаємо:

$$4 = 8e^{k4}, \quad (2.16)$$

$$0,5 = e^{4k}. \quad (2.17)$$

Прологарифмуємо обидві частини рівняння і отримаємо:

$$\ln 0,5 = \ln e^{k4} \quad (2.18)$$

$$\ln 0,5 = 4k \ln e \quad (2.19)$$

Так як $\ln e = 1$, отже

$$k = \frac{\ln 0,5}{4} \quad (2.20)$$

Залежність кількості препарату в організмі від часу можна записати так:

$$N = 8e^{\frac{\ln 0,5}{4} t} \quad (2.21)$$

Тепер ми можемо дізнатися кількість речовини через 8 годин ($8 = 4$), для цього потрібно підставити в рівняння, і отримаємо:

$$N = 8e^{\frac{\ln 0,5}{4} \times 8}, \quad (2.22)$$

$$N = 8e^{\ln(0.5) \times 2} \quad (2.23)$$

Оскільки $\ln 0.5 = -0,693$, то $\ln(0.5) \times 2 = -1,386$.

Отже:

$$N = 8e^{-1.386} = 8 \times 0.25 = 2 \quad (2.24)$$

Через 8 годин в організмі перебуватиме 2 мг препарату. Упродовж цього терміну розпалося $8 - 2 = 6$ мг. У результаті вийшло, що за 8 годин розпалося 6 мг речовини [30, с. 80].

У методику роботи із прикладними задачами з теми «Диференціальні рівняння» у 10-11 класі для студентів медичного коледжу спеціальності «Фельдшер» пропонуємо інтегрувати наведені вище задачі для того, щоб поглибити зацікавленість студентів у вивченні математики через показ практичного застосування знань з диференціальних рівнянь у медичній сфері, зокрема в контексті фармації та фармакокінетики та подати їх на наступним чином:

1. Етап мотивації навчальної діяльності

Мета: Підвищити інтерес до теми через приклад з реального життя.

Методичний інструментарій:

~ Показати студентам ситуацію, що безпосередньо пов'язана з їхньою майбутньою професією: «Уявіть, що ви працюєте фельдшером. Вам потрібно визначити, через який час лікарська речовина розпадеться в організмі пацієнта. Як це можна розрахувати?»

~ Продемонструвати графік розпаду лікарської речовини (можна використати експоненту).

~ Запропонувати студентам зробити припущення, які математичні інструменти можна використати для цього.

2. Етап актуалізації опорних знань

Мета: Повторити необхідні поняття для засвоєння нової теми.

Методичний інструментарій:

~ Провести міні-тест або бесіду на теми: похідна функції, правила інтегрування, логарифмічні функції.

~ Застосувати приклади з попередніх тем на простих рівняннях зі змінними.

3. Етап вивчення нового матеріалу

Мета: Ознайомити учнів з теоретичними основами диференціальних рівнянь та продемонструвати прикладне застосування.

Методичний інструментарій:

~ Ознайомлення з базовими формами диференціальних рівнянь першого порядку.

~ Пояснення методу розділення змінних.

~ Використання прикладу з фармакокінетики:

$$\frac{dN}{dt} = -kN \quad (2.25)$$

Розв'язання:

1. Розділимо змінні: $\frac{dn}{n} = -kdt$

2. Інтегруємо обидві частини

3. Застосуємо початкові умови: $n_{(0)} = n_0$

4. Виведемо формули: $n = n_0 e^{-kt}$

4. Етап закріплення матеріалу

Мета: Відпрацювання нової теми на прикладах з професійним спрямуванням.

Методичний інструментарій:

~ Робота з прикладними задачами. Приклад: Через 4 години після введення препарату маса речовини зменшилась удвічі. Визначити кількість речовини через 8 годин.

~ Розв'язання задачі з поясненням кожного кроку.

~ Робота в парах: студентам пропонуються варіативні задачі з різними параметрами (інтервали часу, початкові маси тощо).

5. Етап самостійної роботи

Мета: Закріпити навички застосування знань у практичному контексті.

Методичний інструментарій:

~ Розв'язання індивідуальних прикладних задач з медичним контекстом: розрахунок часу напіврозпаду; визначення концентрації препарату в різні моменти часу; побудова графіків залежності.

6. Етап рефлексії та узагальнення

Мета: Сформувати у студентів цілісне розуміння теми та її значення для професії.

Методичний інструментарій:

~ Запитання для обговорення:

- Що нового ви дізналися?

- Чому ці знання важливі для фельдшера?

~ Створення ментальної карти «Математика в медицині».

~ Формулювання висновків уроку спільно з викладачем.

Таким чином, використовуючи наведену методику роботи студенти усвідомлюють важливість математики для майбутньої професії, у них збільшується мотивація до вивчення предмету та формуються міжпредметні зв'язки з хімією, біологією, анатомією.

Для того, щоб урок пройшов цікавіше для студентів пропонуємо використовувати презентацію з прикладами, графіки, картки-завдання, таблиці з розрахунками та інші допоміжні матеріали.

У Додатку Б наведено приклад тестового завдання, за допомогою якого можна перевірити як теоретичні знання, так і вміння застосовувати диференціальні рівняння в медичних процесах. Також для контролю знань з теми можна провести усне опитування, розв'язування задач тощо.

Отже, при вивченні будь-якого явища спочатку створюється його математична модель, вона описує основні закони, яким це явище підпорядковується в математичній формі. На прикладах ці закони виражалися у вигляді диференціальних рівнянь. Математичні моделі полегшують прогнозування результатів експериментів, що проводяться в реальних системах,

дають можливість вивчати явище в цілому, передбачаючи його розвиток, зміни, що відбуваються з ним протягом часу.

У цьому підрозділі ми розглянули застосування диференціальних рівнянь для вирішення завдань у медичному коледжі для майбутніх фельдшерів на прикладі моделі розчинення лікарських форм речовини з таблеток. Математичний апарат розв'язання диференціальних рівнянь дозволяє практично вирішувати безліч завдань природничо-наукового циклу.

2.2. Реалізація прикладного навчання математики для стоматологів у медичному коледжі

Математичні фігури у стоматології використовуються не тільки для опису форми та структури зубів та щелеп.

Ортопедична стоматологія використовує математичні моделі для вибору правильної конструкції протеза. Верхня зубна дуга злегка нахилена вперед і має форму напів-еліпса, нижня у формі параболи. Трикутник у стоматології часто використовується для опису форми зубів та їх коріння. Форма кореня зуба може бути наближена до трикутника для зручності розуміння та візуалізації [31].

Для визначення невідповідності розташування бічних зубів у зубному ряду в сагітальному та трансверсальному напрямках використовують методику Фуса, яка дозволяє зіставити розміри правої та лівої половин зубного ряду та визначити односторонній мезіальний зсув бічної групи зубів на гіпсових моделях щелеп. Для цього проводять побудову прямокутних трикутників, одним катетом у яких буде серединний піднебінний шов, іншим перпендикуляр від нього до точок Пона на перших премолярах і перших молярах, а гіпотенуза - лінія між контактними точками центральних різців і точками Пона [32].

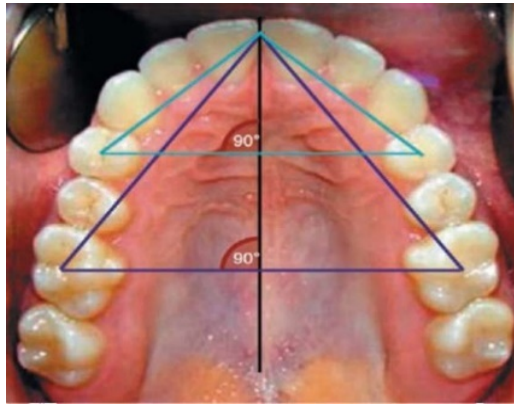


Рис. 2.1. Метод Фуса для визначення розташування зубів

Для того, щоб студентам коледжу зрозуміти яким чином майбутній стоматолог може використовувати математичні методи на практиці, пропонуємо в курсі математики для навчання стоматологів, під час вивчення теми «Перпендикулярність прямих і площин у просторі (ортогональне проєкціювання)» використовувати прикладні задачі наступного зразка:

Стоматолог зробив рентгенівський знімок зуба. Відомо, що реальна довжина зуба (його справжній розмір) — 25 мм, довжина зуба на рентгені (те, що ми бачимо на знімку) — 22 мм.

Оскільки рентгенівський знімок показує зуб коротшим, це означає, що він нахилений під деяким кутом θ відносно напрямку рентгенівських променів.

Завдання: знайти кут нахилу θ зуба.

Крок 1: Аналіз ситуації

Якщо подивитися на цю ситуацію з точки зору геометрії, можна уявити трикутник у якому гіпотенуза — це справжня довжина зуба (25 мм), прилеглий катет — це довжина зуба на рентгенівському знімку (22 мм), а кут θ — це кут між реальним положенням зуба та напрямком рентгенівського променя.

Оскільки ми маємо справу з прямокутним трикутником, використовуємо функцію косинуса:

$$\cos \theta = \frac{\text{прилеглий катет}}{\text{гіпотенуза}} \quad (2.26)$$

Крок 2: Підставляємо числа

$$\cos \theta = \frac{22}{25}, \quad (2.27)$$

$$\cos \theta = 0,88.$$

Крок 3: Знаходимо кут

Щоб знайти θ , потрібно використати обернену функцію косинуса (арккосинус):

$$\theta = \arccos(0,88). \quad (2.28)$$

За допомогою калькулятора або таблиць значень тригонометричних функцій знаходимо:

$$\theta \approx 28,36^\circ$$

Відповідь: Кут нахилу зуба становить приблизно $28,4^\circ$.

Ці розрахунки можуть допомогти стоматологу:

- ~ визначити реальну довжину зуба, якщо знімок зроблено під кутом;
- ~ коригувати кут нахилу рентгенівського апарата для точнішої діагностики;
- ~ оцінювати кут прорізування зубів (особливо важливо для ретинованих зубів);
- ~ планувати ортодонтичне лікування якщо зуби ростуть під неправильним кутом.

Не менш важливим математичним елементом для стоматологів та ортодонтів є дуга. Дуга в математиці – це частина кола, що позначає відрізок між двома точками на її периметрі.

Зубощелепні дуги включають зуби і щелепні кістки. У зв'язку з цим запропоновано використовувати орієнтири, доступні для вимірювання, як у ротовій порожнині, так і на гіпсових моделях щелеп. Тому в комплексне поняття зубощелепних дуг входять: зубна вестибулярна дуга; альвеолярна язикова (піднебінна) дуга; зубоальвеолярна дуга та запропоновані орієнтири для їх вимірювання [32].

При визначенні тактики лікування аномалій та деформацій зубощелепних аномалій лікар ортодонт прогнозує форму індивідуальної оптимальної зубної дуги, з урахуванням якої вибирає тактику лікування та вибір металевих дуг.

Розглянемо прикладну задачу для ортодонтів, яка продемонструє використання математичних методів для визначення кута нахилу ортодонтичної

дуги. Подібні задачі, в рамках курсу математики для учнів 10 – 11 класів, доцільно впроваджувати під час вивчення теми «Тригонометричні функції та їх застосування», завдяки чому формуватимуться уміння застосовувати тригонометрію до реальних медичних ситуацій, відбуватиметься розвиток просторового мислення через моделювання зубного ряду та про демонструється практичний зв'язок між математикою та професією стоматолога.

Задача:

Ортодонт встановлює брекет-систему та згинає дугу так, щоб вона відповідала правильному положенню зубів. Потрібно знайти кут вигину дуги, щоб вона відповідала потрібному розташуванню зуба.

Умова:

~ Верхівка зуба знаходиться на 5 мм далі від ідеальної лінії розташування зубів.

~ Відстань від основи зуба до точки кріплення дуги — 15 мм.

~ Дуга згинається так, щоб повернути зуб у правильне положення.

Знайти: під яким кутом θ потрібно зігнути дугу, щоб зуб повернувся у правильне положення.

Розв'язання:

Оскільки ми розглядаємо зміщення зуба та довжину від основи до верхівки, утворюється прямокутний трикутник у якому протилежний катет — це зміщення верхівки зуба (5 мм), прилеглий катет — це довжина зуба від основи до верхівки (15 мм), а кут нахилу θ — це кут, під яким потрібно зігнути дугу.

Використовуємо тригонометричну функцію тангенса:

$$\tan \theta = \frac{\text{прилеглий катет}}{\text{протилежний катет}}, \quad (2.29)$$

$$\tan \theta = \frac{5}{15}, \quad (2.30)$$

$$\tan \theta = 0,333.$$

Тепер знайдемо сам кут, застосувавши обернений тангенс (арктангенс):

$$\theta = \arctan(0.333)$$

Знаходимо значення:

$$\theta \approx 18,4^\circ.$$

Відповідь: Ортодонт повинен зігнути дугу приблизно на $18,4^\circ$, щоб вирівняти зуб.

Цей тип розрахунків допомагає ортодонтам:

- ~ правильно налаштовувати брекет-систему для виправлення прикусу;
- ~ оцінювати кутові відхилення зубів перед лікуванням;
- ~ оптимізувати навантаження на зуби, щоб вони рухалися в потрібному напрямку без надмірного тиску.

Приклад контролю знань студентів стоматологів по темі «Многогранники: многогранні кути» наведено в Додатку В. Практичне застосування наведеного тесту у стоматології допоможе визначати кути нахилу зубів при ортодонтичному лікуванні, аналізу кутів прикусу для корекції оклюзії, використовувати тригонометрію для розрахунку кутів у рентгенодіагностиці та плануванню правильного розташування стоматологічного обладнання для зручності лікаря та пацієнта.

Отже, бачимо, що математика відіграє важливу роль у розвитку стоматології та забезпеченні якісної стоматологічної допомоги населенню та є опорою для розвитку медицини. Жодне складне медичне завдання не було б вирішено без математичних інструментів, без методів математичного аналізу та математичного моделювання.

2.3. Хмарні сервіси для моделювання складних прикладних задач

У сучасній науково-практичній діяльності математичне моделювання відіграє важливу роль у вирішенні складних прикладних задач, зокрема у медицині, техніці та природничих науках. Застосування хмарних обчислювальних платформ дозволяє здійснювати розрахунки та аналіз даних без необхідності використання локальних потужних обчислювальних ресурсів.

Одним з найпопулярніших хмарних сервісів для вивчення та реалізації динамічної математики є GeoGebra. Враховуючи, що інтерфейс програми добре знайомий студентам та викладачам, пропонуємо саме

завдяки ньому інтегрувати в навчальний курс з математики візуальний супровід деяких тем на прикладі курсу для стоматологів та медичних сестер.

GeoGebra – динамічне середовище для роботи з геометричними, алгебраїчними та статистичними моделями. Сервіс добре підходить для геометричного моделювання, наприклад, у стоматології (аналіз кутів нахилу зубів, проєктування ортодонтичних конструкцій), фармакології (розрахунок дозування ліків) та побудови графіків функцій і математичних залежностей [33].

Програма дозволяє виконувати широкий спектр математичних операцій:

- ~ **Геометричні побудови:** точок, прямих, кіл, багатокутників тощо.
- ~ **Алгебраїчні обчислення:** робота з рівняннями, функціями та їх похідними.
- ~ **Динамічні зміни параметрів:** можливість змінювати змінні та спостерігати, як змінюється графічне представлення.
- ~ **Анімація математичних об'єктів:** що корисно для візуалізації фізичних та біологічних процесів.

Пропонуємо розглянути приклад використання програмного забезпечення GeoGebra для геометричного аналізу ортодонтичного прикусу.

При аналізі ортодонтичного прикусу необхідно визначити **кут нахилу різців** по відношенню до площини прикусу. Це важливо для діагностики патологій, таких як дистальний прикус. Для цього в програмі **GeoGebra** побудуємо **координатну площину**, що представляє площину прикусу, після чого вводимо **пряму лінію**, яка моделює нахил різця. Далі використовуємо інструмент «Кут між двома прямими» для вимірювання кута нахилу. Отриманий кут порівнюється із нормальними значеннями (зазвичай 110° – 135°). Якщо кут виходить за межі норми, лікар приймає рішення про корекцію.

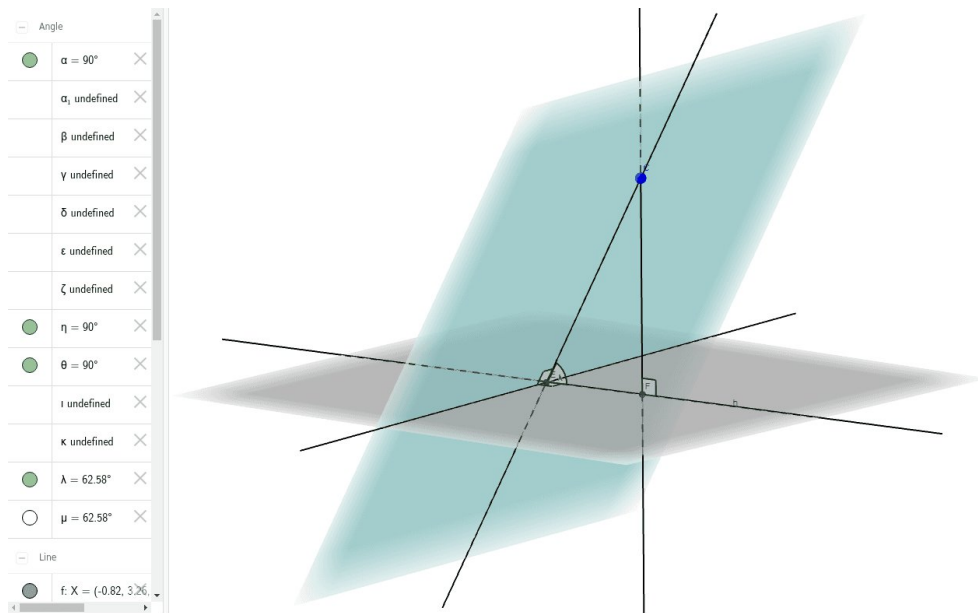


Рис.2.2. Приклад побудови та вимірювання кутів у GeoGebra

Також пропонуємо розглянути використання GeoGebra у фармакології та розрахувати дозування ліків за допомогою цього інструменту.

Уявімо, що фельдшер або медична сестра повинні розрахувати правильну дозу ліків для пацієнта, враховуючи його масу тіла. Для цього нам необхідно ввести функцію залежності дози від маси: $D(m) = k \times m$, де D – доза, m – маса тіла пацієнта, k – коефіцієнт (наприклад, 0,2 мг/кг).

Наступним кроком будуємо графік залежності та визначаємо дозу для конкретних пацієнтів, при цьому не забуваємо візуально оцінити зміну дозування при зміні маси. Далі використовуємо інструмент «Точка на функції» для визначення дози для конкретного пацієнта, після чого вже проводимо аналіз отриманих результатів та коригування дозування при необхідності.

З побудованого графіка можна легко визначити необхідну дозу для пацієнтів різної маси, що зменшує ймовірність помилки при розрахунках. GeoGebra дозволяє швидко коригувати дозування у разі зміни коефіцієнта або маси пацієнта.

Таким чином, можемо стверджувати, що GeoGebra є потужним інструментом для математичного моделювання в медицині, інженерії та науці.

Його можливості візуалізації та інтерактивного аналізу роблять його надзвичайно корисним для фахівців, які працюють з геометричними, алгебраїчними та фізичними моделями. Використання GeoGebra в стоматології, зокрема в ортодонтії та імплантології, дозволяє точніше проводити діагностику та планування лікування.

Сучасна діяльність фельдшера також потребує оперативного прийняття клінічних рішень на основі обробки великої кількості даних: фізіологічних показників, лабораторних результатів, медичних норм та довідкової інформації, а програмні продукти Wolfram Alpha та Wolfram Cloud надають можливість автоматизувати численні розрахунки та створювати інтерактивні інструменти, що підвищують ефективність та точність роботи медичного персоналу.

Wolfram Alpha / Wolfram Cloud – хмарна обчислювальна платформа, що базується на математичному ядрі **Wolfram Mathematica**. За допомогою сервісу можна розв'язувати диференціальні рівняння, обчислювати інтеграли та лінійну алгебру, моделювати фізіологічні процеси, наприклад, фармакокінетику лікарських препаратів або провести аналіз артеріального тиску [34].

Пропонуємо за допомогою цього інструменту розрахувати дозу лікарських засобів залежно від маси тіла пацієнта, що є найбільш розповсюдженою роботою для фельдшерів. Наприклад, для визначення разової дози парацетамолу за формулою 15 мг/кг для дорослого пацієнта з масою тіла 72 кг можемо використати запит: «Calculate dose of Paracetamol 15 mg/kg for 72 kg adult» та отримуємо в результаті значення 1080 мг.

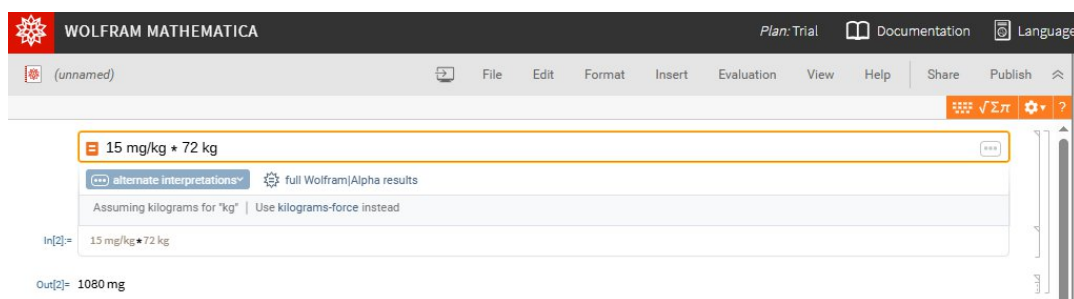


Рис. 2.3. Розрахунок дози парацетамолу залежно від маси тіла

Для роботи фельдшером також важливо вміти оцінювати стан пацієнта за допомогою різних інструментаріїв, таких як індекс маси тіла (ІМТ). Наприклад, Wolfram Alpha може розрахувати ІМТ для пацієнта з масою 85 кг та зростом 172 см (див. рис. 2.4). Пропонуємо подавати подібні задачі і розрахунки під час вивчення теми «Функції та їх властивості. Побудова та аналіз графіків функцій» за програмою 10 класу на курсі алгебри.

Також однією з головних задач фельдшера є швидкість інтерпретування результатів лабораторних досліджень, що можна зробити в Wolfram Alpha, яка, наприклад, дозволяє порівняти значення гемоглобіну 98 г/л з нормативними показниками для чоловіків, що доцільно використовувати при вивченні теми «Статистичні характеристики вибірки. Середнє значення, мода, медіана, дисперсія, стандартне відхилення» (див. рис. 2.5).

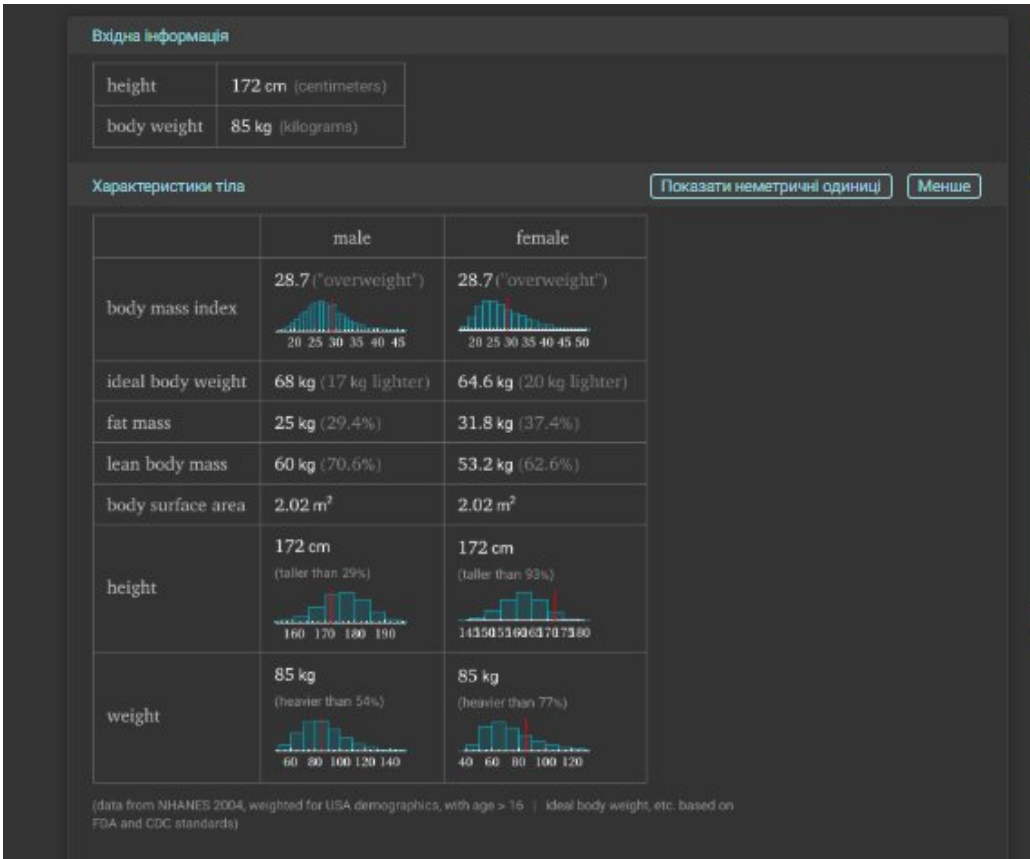


Рис. 2.4. Приклад розрахунку маси тіла пацієнта у Wolfram Alpha

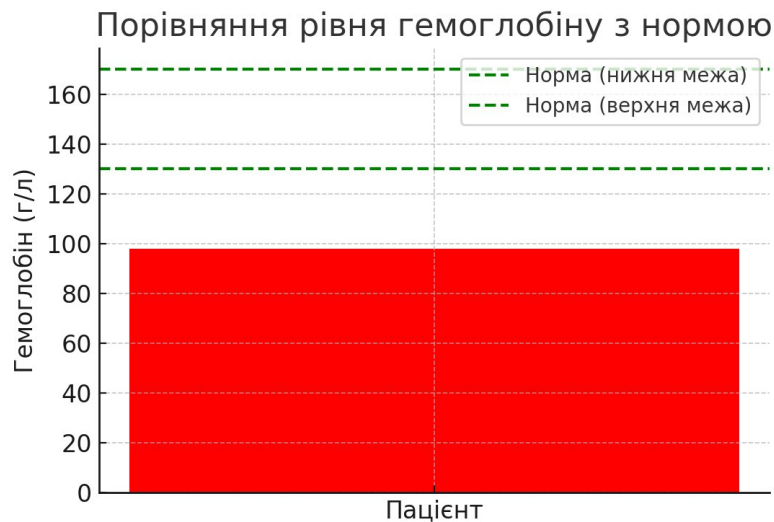


Рис. 2.5. Порівняння рівня гемоглобіну з нормою у Wolfram Alpha

Отже, бачимо, що використання Wolfram Alpha та Wolfram Cloud у діяльності фельдшера забезпечує: оперативність прийняття клінічних рішень; автоматизацію розрахунків та зменшення ймовірності помилок; інтеграцію медичних довідкових даних у практичну роботу та можливість створення персоналізованих інструментів (калькулятори доз, інтерактивні довідники, графіки).

Таким чином, Wolfram Cloud може виступати не лише як довідково-розрахункова система, але й як середовище для створення спеціалізованих медичних додатків, орієнтованих на потреби фельдшера.

Ще одним із інструментів, які дозволяють візуалізувати та аналізувати складні біологічні й клінічні дані, є **Desmos** – інтерактивний онлайн-інструмент для графічного представлення математичних функцій [35]. **За допомогою нього можна** візуалізувати складні математичні функції та рівняння, а також провести аналіз геометричних та тригонометричних залежностей (аналіз глюкозного профілю пацієнта з діабетом для корекції терапії тощо).

Використання Desmos у клінічній медицині, зокрема, наприклад, у веденні пацієнтів із цукровим діабетом, відкриває можливості для наочного аналізу глюкозних профілів, оптимізації терапії та підвищення якості лікувального

процесу, що є практично доцільним під час вивчення теми «Функції та їх властивості. Побудова графіків функцій».

Для аналізу глікемічних показників у Desmos доцільно використовувати такі етапи:

1. Внесення даних – у вигляді набору точок, що відповідають значенням рівня глюкози у визначений час доби.
2. Побудова кривої зміни глікемії – шляхом інтерполяції або регресійного аналізу (поліноміальні апроксимації, сплайни).
3. Позначення цільового діапазону глікемії (наприклад, 4.0–7.8 ммоль/л) за допомогою горизонтальних ліній для візуальної оцінки відхилень.
4. Виявлення патологічних змін – визначення піків гіперглікемії чи епізодів гіпоглікемії.

Розглянемо даний інструмент для пацієнта із цукровим діабетом 2 типу, котрий має добовий профіль глюкози (див. Рис. 2.6):

- натще – 9.0 ммоль/л;
- після сніданку – 13.5 ммоль/л;
- після обіду – 11.2 ммоль/л;
- після вечері – 10.5 ммоль/л;
- перед сном – 8.8 ммоль/л;
- уночі (03:00) – 7.4 ммоль/л.

Побудований у Desmos графік демонструє суттєве підвищення глюкози після сніданку (гіперглікемія понад 13 ммоль/л), поступове зниження протягом дня та наближення нічних показників до верхньої межі норми, тому візуалізація даних у Desmos дозволяє чітко ідентифікувати часові інтервали, коли рівень глюкози виходить за межі цільових значень. Фельдшер, проаналізувавши графік, бачитиме необхідність корекції ранкової терапії (перегляд дози інсуліну короткої дії або пероральних цукрознижувальних засобів).

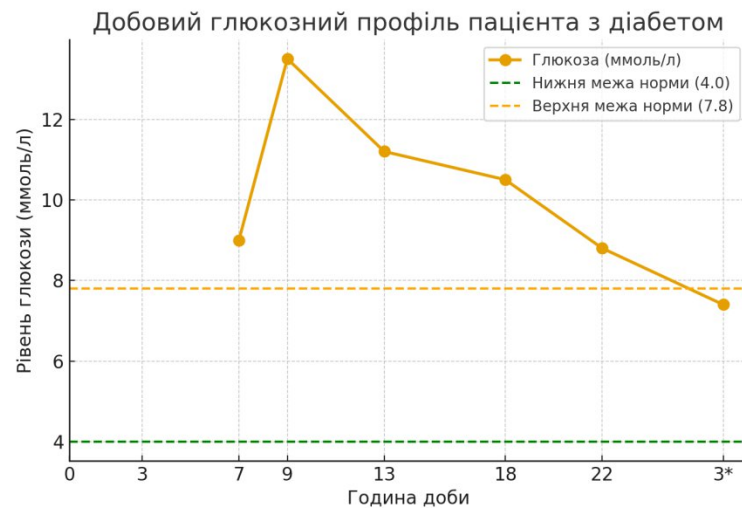


Рис. 2.6. Добовий глікозний профіль пацієнта з діабетом

Таким чином, застосування Desmos у практиці фельдшера та лікаря є доцільним для візуалізації динаміки рівня глюкози у пацієнтів з діабетом; визначення критичних періодів гіпо- чи гіперглікемії; оптимізації терапії на основі графічного аналізу та підвищення якості клінічного моніторингу.

Отже, Desmos може використовуватись як ефективний допоміжний інструмент у клінічній діабетології, що сприяє персоналізованому підходу до лікування.

Бачимо, що хмарні сервіси для математичного моделювання надають широкі можливості для вирішення складних прикладних задач у різних наукових і технічних галузях. Їх використання дозволяє ефективно проводити чисельні розрахунки, аналізувати дані та будувати математичні моделі без необхідності локальних обчислювальних ресурсів.

Таким чином, застосування хмарних технологій у математичних дослідженнях сприяє підвищенню ефективності обчислювального процесу та розширенню можливостей математичного аналізу в науці та техніці.

2.4. Педагогічний експеримент і його результати

Метою нашого педагогічного експерименту є перевірка ефективності впровадження медичної спрямованості у зміст навчання математики студентів медичного фахового коледжу на основі використання професійно орієнтованих задач та сучасних хмарних сервісів, які було розглянуто в попередніх розділах.

Експеримент було проведено серед студентів I і II курсів, які навчаються за програмою з математики для 10–11 класів у медичному фаховому коледжі. У дослідженні приймало участь 20 студентів, яких було розділено на експериментальну групу (навчання за удосконаленою методикою) та контрольну групу (навчання за традиційною програмою).

Нами було вирішено проводити даний педагогічний експеримент розподіливши його на декілька етапів: константувальний, формувальний та контрольний. Розглянемо більш детально кожен з запроваджених етапів [36]:

1. Константувальний етап.

На першому етапі було проведено діагностику початкового рівня математичних компетентностей студентів, шляхом виконання тестових завдань та міні-опитування, які дозволять визначити: ставлення студентів до математики; рівень розуміння її значення у медичній діяльності; здатність застосовувати математичні знання у практичних ситуаціях тощо.

На цьому етапі було створено опитування за допомогою Google Forms, де студентам пропонувалося відповісти на наступні питання:

1. Чи цікавить Вас математика як наука? (так/ні)
2. Як гадаєте, чи потрібен курс математика для Вашої спеціалізації? (так/ні)
3. Чи потрібна математика для Вашої майбутньої професії? (так/ні)

Якщо відповідь «так», то дайте відповідь на 4 питання:

4. Як на Вашу думку практично застосовується математика в Вашій майбутній професії? (студенти мають самі надрукувати відповідь).

2. Формувальний етап.

На цьому етапі було впроваджено запропоновані в попередніх підпунктах зміни до курсу математики для студентів медичного коледжу. Основними елементами етапу стали:

~ Практико-орієнтовані задачі. До змісту занять були включені завдання з медичним контекстом, наприклад: розрахунок дозування ліків залежно від маси тіла пацієнта; використання відсоткових розрахунків при аналізі результатів лабораторних досліджень; застосування геометричних знань при роботі зі стоматологічними моделями тощо.

~ Хмарні сервіси. Використовувалися Google Classroom для організації навчальних матеріалів та зворотного зв'язку, GeoGebra, **Wolfram Alpha / Wolfram Cloud** і Desmos для візуалізації та моделювання, Google Forms для проведення міні-опитувань і тестів.

~ Організація групової роботи. Під час виконання цього виду робіт пропонувалося студентам об'єднатися у малі групи (по 4–5 осіб), після чого кожна група отримала кейс-завдання з медичним змістом (наприклад, «Розрахувати необхідну кількість препарату для групи пацієнтів різного віку»). Таким чином, робота організовувалася у форматі «навчання через співпрацю»: обговорення у групі, розподіл ролей (аналітик, обчислювач, презентатор), підготовка спільного рішення. Така форма організації сприяла розвитку комунікативних умінь, підвищила активність студентів і стимулювала їх до самостійного пошуку інформації.

3. Контрольний етап.

Після завершення формульовального експерименту студенти обох груп мали виконати підсумкові завдання, аналогічні за структурою тим, що застосовувалися на констатувальному етапі.

Додатково було проведено повторне міні-опитування щодо ставлення студентів до математики та її значення для майбутньої професійної діяльності.

Отримані на цьому етапі результати, дозволили здійснити порівняльний аналіз і визначити динаміку змін у навчальних досягненнях та мотивації.

Для оцінки результативності педагогічного експерименту нами запропоновано використовувати наступні критерії його ефективності:

1. Когнітивний: рівень засвоєння математичних знань та вміння застосовувати їх у професійно орієнтованих ситуаціях.

2. Діяльнісний: здатність працювати у групі, ефективно розподіляти ролі, презентувати результати.
3. Мотиваційний: зміни у ставленні студентів до математики, зростання інтересу до предмета.
4. Технологічний: ефективність використання хмарних сервісів для організації навчального процесу.

Таким чином, педагогічний експеримент було побудовано як поетапний процес інтеграції медичного контексту та цифрових інструментів у навчальну програму з математики для студентів I і II курсів медичного фахового коледжу. Проведемо аналіз отриманих результатів із застосуванням статистичних методів.

На початку педагогічного експерименту нами було проведено опитування студентів для виявлення базового розуміння ними необхідності курсу математики в їх майбутній професії.

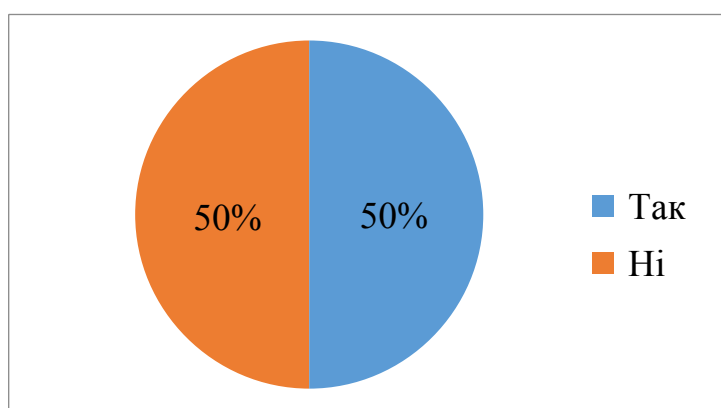


Рис. 2.7. Діаграма відповідей студентів на питання «Чи цікавить Вас математика як наука?»

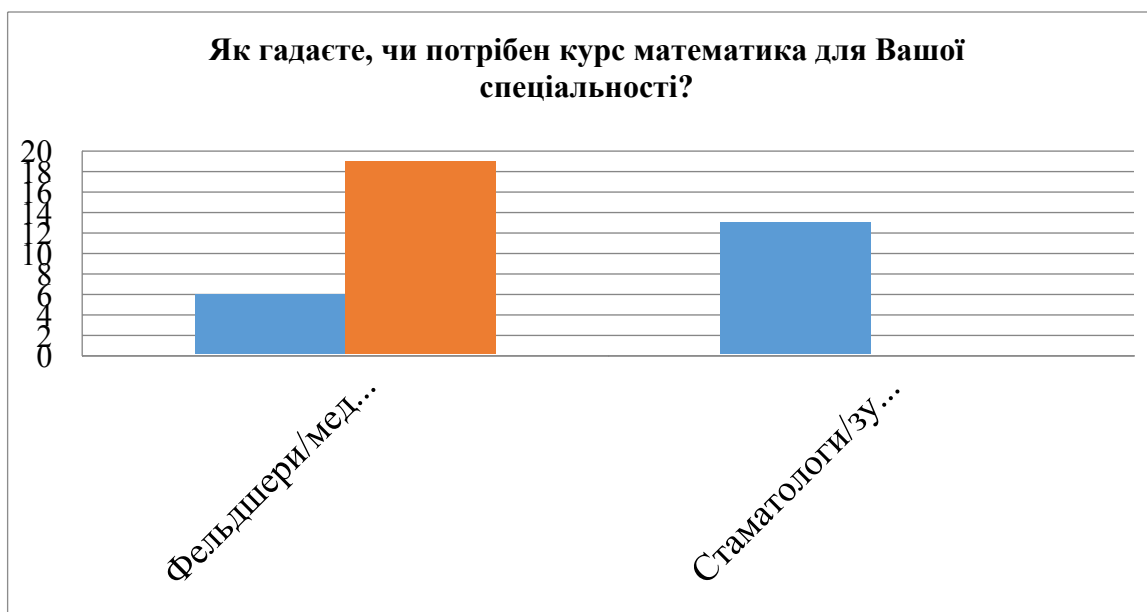


Рис. 2.8. Діаграма відповідей щодо необхідності математики для певної спеціалізації

Дивлячись на діаграму з Рис. 2.7. бачимо, що половина студентів не цікавиться математикою. Аналізуючи рис. 2.8, бачимо, що 19 студентів, які вчаться на спеціальностях «Фельдшер», «Медсестра/медбрат» і «Фармацевт» вважають, що математика не потрібна для їх спеціалізації, і лише 6 студентів вважають її необхідною. На противагу цим студентам, студенти зі спеціальностей «Зубній технік (стоматолог)» знають, що математика важлива для їхньої спеціалізації. Проте найцікавішим є те, що попри розуміння необхідності предмету для їхньої спеціалізації, 10 студентів не цікавиться при цьому математикою і на рис. 2.7. вони входять до числа тих, хто відповів «Ні».

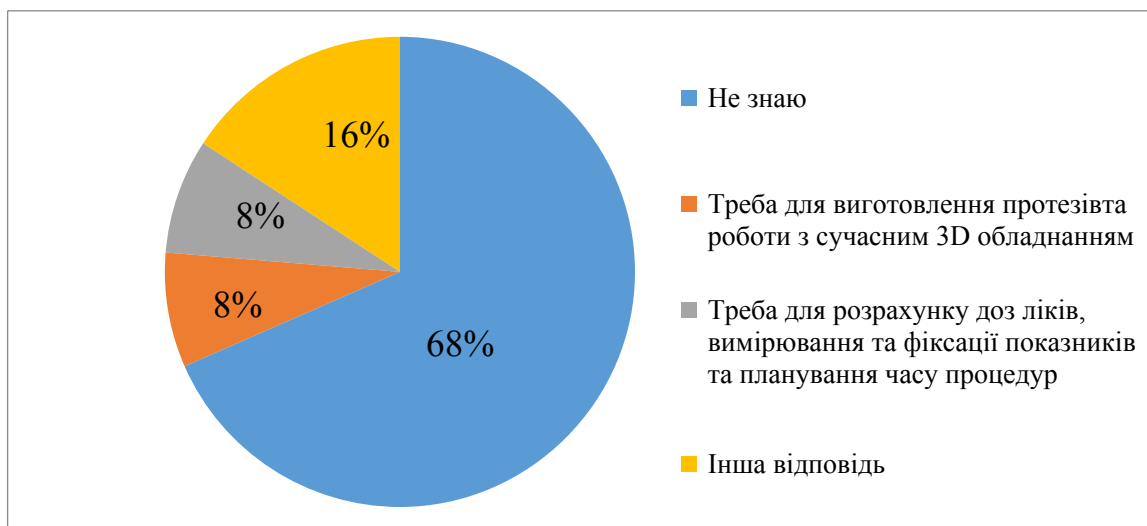


Рис. 2.9. Діаграма відповідей студентів на відкрите питання «Як на вашу думку практично застосовується математика в Вашій майбутній професії?»

З рис. 2.9 бачимо, що 68% студентів не можуть пояснити практичного значення математики в обраній ними професії, навіть, відповідаючи на попередні питання ствердною відповіддю. Лише 16% (по 8% з кожної зі спеціальностей «Медсестра/медбрат» і «Зубний технік») студентів змогли чітко сформулювати для чого потрібна математика в обраній ними професії. 16% із усіх опитаних відповідали, що їм треба буде рахувати гроші тощо.

Отже, можемо стверджувати, що більша частина студентів не розуміють для чого їм потрібен курс математики, а обираючи спеціалізацію не здогадувалися, що предмет буде мати важливе значення для опанування майбутньої професії. Вважаємо, що одну з лекцій в експериментальній групі необхідно присвятити саме цьому питанню, так як це впливатиме на подальшу мотивацію студентів.

На початку експерименту, з метою визначення коректності застосування статистичних методів проведемо перевірку вибірок на нормальність розподілу за допомогою критерію Шапіро–Уїлка. Даний тест рекомендовано застосовувати для малих вибірок ($n < 50$), оскільки він має високу чутливість до відхилень від нормальності, тому обираємо саме його [37].

- Нульова гіпотеза H_0 : дані вибірки розподілені нормально.
- Альтернативна гіпотеза H_1 : розподіл даних істотно відрізняється від нормального.

Розрахунок тестової статистики W виконується за формулою:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(n+1-i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.31)$$

де:

n — обсяг вибірки;

x_i — впорядковані за зростанням спостереження (статистичний ряд);

$\bar{x}$ — середнє арифметичне значення вибірки;

a_i — коефіцієнти, що залежать від розміру вибірки n і теоретичних очікувань порядкових статистик нормального розподілу.

Чисельник відображає квадрат зваженої суми різниць між впорядкованими значеннями, а знаменник — дисперсію вибірки.

Якщо розподіл є нормальним, значення W буде близьким до 1. Чим менше значення W , тим більша відмінність від нормального розподілу.

Після обчислення W за таблицями або за допомогою статистичного програмного забезпечення визначається p -значення. Якщо $p < 0,05$, то відхиляється нульова гіпотеза — дані не є нормально розподіленими. Рівень значущості приймемо $\alpha = 0,05$.

У дослідженні перевірці підлягають чотири вибірки:

1. Контрольна група — до експерименту.
2. Експериментальна група — до експерименту.
3. Контрольна група — після експерименту.
4. Експериментальна група — після експерименту.

Результати наведемо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Перевірка вибірок на нормальність розподілу за допомогою критерію Шапіро–Уїлка

Вибірка	Статистика W	p -значення	Висновок
Контрольна група (до)	0,544	$8,08 \cdot 10^{-7}$	розподіл не нормальний
Експериментальна група (до)	0,457	$3,47 \cdot 10^{-7}$	розподіл не нормальний
Контрольна група (після)	0,580	$1,86 \cdot 10^{-6}$	розподіл не нормальний
Експериментальна група (після)	0,638	$1,64 \cdot 10^{-5}$	розподіл не нормальний

Джерело: хмарні інструменти Google Colab та Microsoft Excel Online (з надбудовами)

Аналізуючи таблицю 2.1 бачимо, що в усіх випадках $p < 0,05$, тому нульову гіпотезу H_0 можемо відхилити, так як дані вибірки не відповідають нормальному розподілу.

Таким чином, робимо висновок, що вибірки результатів навчальних досягнень студентів не підпорядковуються закону нормального розподілу.

Для кількісного порівняння результатів контрольної та експериментальної груп застосуємо критерій кутового перетворення Фішера (φ). Даний критерій дозволяє перевірити статистичну значущість відмінностей між двома відносними величинами (частками), що є доцільним у педагогічному експерименті, де порівнюються пропорції студентів із певним рівнем навчальних досягнень.

Так як дослідження спрямоване на порівняння частки студентів із високим рівнем знань у контрольній та експериментальній групах до і після проведення педагогічного експерименту, то формулюємо наступні гіпотези:

- Нульова гіпотеза (H_0): частка студентів із високим рівнем знань у експериментальній групі не більша порівняно з контрольною (немає позитивного ефекту).
- Альтернативна гіпотеза (H_1): частка студентів із високим рівнем знань у експериментальній групі вища, ніж у контрольній (одностороння альтернатива — методика покращує результати).

Рівень значущості приймаємо $\alpha = 0,05$. Для одностороннього тесту критичне $Z_{кр} \approx 1,64$.

Нижче наведемо алгоритм розрахунку критерію кутового перетворення Фішера (φ), за умови, що (p_1) і (p_2) — частки «успіху» (частки студентів з високим рівнем знань) у контрольній та експериментальній групах відповідно; (n_1) , (n_2) — обсяги вибірок.

Розрахунки:

1. Обчислимо частки $(p_1 = \frac{k_1}{n_1})$, $(p_2 = \frac{k_2}{n_2})$, де (k_i) — кількість «успішних» у групі.

2. Переведемо частки в кутове значення (Фішер):

$$\varphi = 2\arcsin\sqrt{p}, \quad (2.32)$$

обчислимо φ_1 та φ_2 .

3. Знайдемо різницю кутів $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$ (знак важливий для односторонньої перевірки).
4. Обчислимо стандартну похибку:

$$m = \sqrt{\frac{1}{4n_1} + \frac{1}{4n_2}}, \quad (2.33)$$

5. Обчислимо емпіричне значення критерію:

$$Z_{\text{емп}} = \frac{\Delta\varphi}{m}, \quad (2.34)$$

6. Порівняємо ($Z_{\text{емп}}$) з ($Z_{\text{кр}}$) (односторонній тест). Також можна вивести р-значення зі стандартного нормального розподілу.

Нижче наведено вихідні параметри і таблиці з даними щодо розподілу рівнів навчальних досягнень студентів у контрольній та експериментальній групах до педагогічного експерименту (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2.

Розподіл рівнів знань до експерименту

Група (n)	Високий (10-12 балів), осіб	Середній (7-9 балів), осіб	Низький (1-6 балів), осіб	Частка високих, р
Контрольна (n=20)	5	14	1	5/20 = 0,250
Експериментальна (n=18)	3	15	0	3/18 = 0,167

- Контрольна група: ($n_1=20$)

~ до: $k_{1,\text{до}} = 5$ (високий), 14 (середній), 1 (низький)

~ після: $k_{1,\text{після}} = 6$ (високий), 14 (середній)

- Експериментальна група: ($n_2=18$)

~ до: $k_{2,\text{до}} = 3$ (високий), 15 (середній)

~ після: $k_{2,\text{після}} = 10$ (високий), 8 (середній)

Перейдемо до розрахунків критерію кутового перетворення Фішера (φ) «до» експерименту.

- Контрольна: $p_{1,\text{до}} = \frac{5}{20} = 0,25$

$$\varphi_{1,\text{до}} = 2\arcsin\sqrt{0,25} \approx 1,0472$$

- Експериментальна: $p_{2,\text{до}} = \frac{3}{18} \approx 0,1667$

$$\varphi_{2,\text{до}} = 2\arcsin\sqrt{0,1676} \approx 0,8411$$

Різниця: $\Delta\varphi_{\text{до}} = \varphi_{2,\text{до}} - \varphi_{1,\text{до}} \approx -0,2061$.

Стандартна похибка:

$$m = \sqrt{\frac{1}{4 \times 20} + \frac{1}{4 \times 18}} \approx 0,16245$$

Емпіричне значення:

$$Z_{\text{емп}} = \frac{\Delta\varphi_{\text{до}}}{m} \approx -1,2689.$$

Інтерпретація (односторонній тест на користь $p_2 > p_1$): знак від'ємний, так як у експериментальній доля менша, $|Z_{\text{емп}}| = 1,269 < 1,64$.

Отже, до експерименту статистично значущої переваги експериментальної групи не виявлено, тому немає підстав стверджувати, що експериментальна група краща.

Нижче наведемо таблицю 2.3 з даними щодо розподілу рівнів навчальних досягнень студентів у контрольній та експериментальній групах після педагогічного експерименту, а також розрахунки за методом кутового перетворення Фішера (φ^*). Рівень значущості: $\alpha = 0,05$ (односторонній тест, $H_1: p_2 > p_1$).

- Контрольна: $p_{1,\text{після}} = \frac{6}{20} = 0,3$

$$\varphi_{1,\text{після}} = 2\arcsin\sqrt{0,3} \approx 1,1593$$

- Експериментальна: $p_{2,\text{після}} = \frac{10}{18} \approx 0,5556$

$$\varphi_{2,\text{після}} = 2\arcsin\sqrt{0,5556} \approx 1,6821$$

Різниця: $\Delta\varphi_{\text{після}} = \varphi_{2,\text{після}} - \varphi_{1,\text{після}} \approx 0,5229$.

Стандартна похибка та сама $m \approx 0,16245$.

Емпіричне значення:

$$Z_{\text{емп}} = \frac{0,5229}{0,16245} \approx 3,2186.$$

П-значення (одностороннє) приблизно $p \approx 0,00064$ (тобто $p \ll 0,01$)

Інтерпретація: $Z_{\text{емп,після}} = 3,22 > 1,64$ і $p \ll 0,01$.

Таблиця 3.3.

Розподіл рівнів знань після експерименту

Група (n)	Високий (10-12 балів), осіб	Середній (7-9 балів), осіб	Низький (1-6 балів), осіб	Частка високих, p
Контрольна (n=20)	6	14	0	6/20 = 0.300
Експериментальна	10	8	0	10/18 = 0.556

(n=18)				
--------	--	--	--	--

Отже, нульова гіпотеза відкидається на користь альтернативної: частка студентів із високим рівнем знань в експериментальній групі статистично значущо вища за відповідну частку в контрольній групі після впровадження методики.

Також нами було досліджено, що до експерименту істотних відмінностей між групами за часткою «високих» не виявлено ($Z_{\text{емп,до}} \approx -1,27$, $p > 0,05$), проте після проведення експериментальної методики спостерігається статистично значуще збільшення частки студентів із високим рівнем знань у експериментальній групі ($Z_{\text{емп,після}} = 3,22$, $p \ll 0,01$).

Таким чином, результати педагогічного експерименту свідчать на користь ефективності запропонованих заходів (інтеграція практично-орієнтованих задач та хмарних сервісів) щодо підвищення частки студентів із високими досягненнями.

Висновки до Розділу 2

У другому розділі було розроблено та експериментально перевірено методику удосконалення курсу математики у медичному фаховому коледжі шляхом впровадження професійно орієнтованого змісту та використання сучасних хмарних технологій.

Проведений педагогічний експеримент мав на меті перевірити ефективність інтеграції медичної спрямованості у зміст навчання математики. Експеримент складався з трьох етапів: констатувального, формувального та контрольного. На констатувальному етапі було визначено вихідний рівень сформованості математичних знань студентів і виявлено недостатній рівень розуміння зв'язку між математичними знаннями та майбутньою професійною діяльністю.

У межах формувального етапу в навчальний процес було впроваджено практико-орієнтовані задачі медичного змісту, спрямовані на формування вмінь

застосовувати математичні знання для вирішення професійних ситуацій (розрахунків дозування лікарських препаратів, аналіз медичних показників, моделювання біологічних процесів тощо).

Ефективність навчання підвищувалася завдяки використанню хмарних сервісів — Google Classroom, GeoGebra, Desmos, Google Forms, які забезпечили інтерактивність, зручність комунікації та можливість візуалізації навчального матеріалу, а організація роботи студентів у малих групах сприяла розвитку навичок співпраці, взаємонавчання та самостійного пошуку розв'язань. Застосування проблемного підходу стимулювало мотивацію та пізнавальну активність, а також допомогло студентам усвідомити практичну цінність математичних знань у професійній підготовці.

На контрольному етапі проведено статистичний аналіз результатів експерименту із використанням кутового перетворення Фішера. Результати показали, що після впровадження експериментальної методики частка студентів з високим рівнем навчальних досягнень в експериментальній групі істотно зросла ($Z_{\text{emp}} = 3,22$, $p < 0,01$), що свідчить про статистично значущі відмінності порівняно з контрольною групою.

Таким чином, результати дослідження довели ефективність запропонованої методики навчання. Інтеграція медичної спрямованості в курс математики сприяє формуванню в студентів умінь застосовувати математичні знання у практичній діяльності, розвитку аналітичного мислення, підвищенню пізнавальної мотивації та якості професійної підготовки майбутніх фахівців.

ВИСНОВКИ

Після проведення дослідження можна зробити такі висновки.

1. Упровадження прикладної спрямованості навчання математики у медичному фаховому коледжі має значний вплив на підвищення інтересу, мотивації та навчальних результатів студентів, що сприяє формуванню аналітичного й абстрактного мислення, які виражаються у вмінні поєднувати між собою отримані знання з різних дисциплін, та готовності до сучасних викликів.

2. Використання професійно орієнтованих задач, пов'язаних із майбутньою фаховою діяльністю (фельдшерською, медсестринською, стоматологічною тощо), дозволяє студентам усвідомити практичну значущість математичних знань та сприяє глибшому засвоєнню навчального матеріалу.

3. Рольові ігри, ділові ігри, семінари, повторювально-узагальнюючі заняття, конференції, диспути, діалоги, проблемне навчання, самостійна робота, захист рефератів, індивідуальна робота, творчі твори, доповіді, повідомлення, тестування, програмований контроль, дослідницька робота тощо є основними формами та методами навчання, які сприяють підвищенню якості навчання математики, а системний підхід до нього та формування сфер особистості студентів коледжу, дозволяють забезпечити психолого-педагогічну основу профілізації навчання.

4. Організація групової роботи з кейс-завданнями медичного змісту сприяє розвитку комунікативних умінь, навичок співпраці, відповідальності за спільний результат, а також дозволяє студентам застосовувати математичні методи для розв'язування реальних ситуацій медичної практики. Такий підхід відповідає компетентнісно-орієнтованій моделі освіти та відображає специфіку майбутньої професійної діяльності студентів.

5. Використання хмарних сервісів (Google Classroom, Google Forms, GeoGebra, Desmos, Wolfram Alpha / Wolfram Cloud, Google Colab) створює додаткові можливості для візуалізації математичних моделей, організації

зворотного зв'язку, дистанційної та змішаної роботи, а також сприяє розвитку цифрової компетентності студентів. Поєднання таких технологій із професійно орієнтованими задачами забезпечує інтерактивність і доступність навчального процесу.

6. Результати педагогічного експерименту підтвердили ефективність запропонованої методики: в експериментальній групі зафіксовано суттєве зростання частки студентів із високим рівнем навчальних досягнень, а також позитивні зміни у ставленні до математики та розумінні її значення для медичної професії. Статистичний аналіз за критерієм кутового перетворення Фішера довів статистично значущі відмінності між контрольної та експериментальною групами після проведення формувального етапу, що підтверджує дієвість методичних нововведень.

Підсумовуючи, можемо стверджувати, що інтеграція прикладної спрямованості, професійно орієнтованих задач і цифрових хмарних сервісів у зміст курсу математики в медичному фаховому коледжі є ефективним шляхом модернізації математичної підготовки студентів. Запропонована методика може бути рекомендована для використання у закладах фахової передвищої освіти медичного профілю як інструмент формування математичної, аналітичної та професійної компетентності майбутніх медичних працівників.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бекболганова О.К., Омарбаєва Б.К., Кунанбай С. Сутність прикладної спрямованості навчання математики. *Євразійський Союз Вчених (ЄСВ)*. №10 (19), 2015. С. 15-17
2. Щукіна Г.І. Пізнавальний інтерес – актуальна проблема сучасної дидактики. *Радянська педагогіка*, 1979. № 8. С. 47 – 53.
3. Болтянський В.Г. Математична культура та естетика. *Математика у школі*, 1982. № 2. С. 40 – 43.
4. Розіїв А. Основи прикладної математики та її використання в інших галузях. *Міжнародний науковий журнал «ВІСНИК НАУКИ»*, 2022. № 9 (54). Т.4. С. 82-85
5. What is applied mathematics? URL: <https://www.hotbot.com/answers/what-is-applied-mathematics> (дата звернення: 17.01.2025)
6. Дорофєєв Г.В. Застосування похідних під час вирішення завдань у шкільному курсі математики. *Математики у школі*, 1995. № 5. С. 12 – 15.
7. Прус А.В. Загальні питання прикладної спрямованості шкільного курсу математики. *ВІСНИК Житомирського державного університету імені Івана Франка*, 2007. Вип. 34. С. 67-71
8. Новікова А.О. Змістова лінія «тотожні перетворення» в контексті прикладної спрямованості шкільного курсу алгебри. *НАУКОВІ ЗАПИСКИ. Серія: ПРОБЛЕМИ МЕТОДИКИ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСВІТИ*, 2021. Вип. 12 (3). С. 37-41.
9. Корольок О.М., Прус А.В. Методика навчання математики в старшій школі. Модуль 1: Стереометрія : навчально-методичний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2020. 61 с.
10. Турчина В.А. Методика фахових дисциплін у вищій школі/ В.А.Турчина, Т.В.Наконечна. Дніпро, РВВ ДНУ, 2018. 44 с.
11. Петерсон С.Б., Беневський А.І., Чехонадський В.М. Основні засади доказової медицини в онкології. *Лікувальна справа*, 2004. № 2. С. 43-50.

12. Навчальні програми для 10-11 класів. *Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти*, 2011 рік. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення: 17.01.2025)

13. Middle school mathematics teachers' beliefs and goals regarding GeoGebra (MA Master's Thesis). URL: <https://www.researchgate.net/profile/Ipek-Saralar-Aras/publication/330913952/figure/fig2/AS:723461458624512@1549498061390/A-Screenshot-of-an-Example-GeoGebra-File-2.ppm> (дата звернення: 17.01.2025)

14. Лов'янова І.В. Психолого-педагогічні основи навчання старшокласників математики в умовах профільної школи. *Проблеми сучасної науки*: зб. наук. пр., 2013. Вип 8. Ч.2. URL: https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/0564/2380/1/2013_12.pdf (дата звернення: 20.01.2025)

15. Особливості навчання та розумового розвитку школярів 13-17 років / за ред. І. В. Дубровіної, Б. С. Круглова. Педагогіка, 1988. 290 с.

16. Коломієць А. А. Формування мотиваційно-ціннісної сфери особистості студента у процесі вивчення фундаментальних. *Проблеми та перспективи фахової підготовки вчителя математики*: збірник наукових праць за матеріалами Міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 квітня 2012 р. / М-во освіти, науки, молоді та спорту України, Вінницький державний педагогічний університет ім. М. Коцюбинського [та ін.]. Вінниця: ВДПУ, 2012. С.145-147.

17. Хміль Н. Д. Реалізація концепції емоційної регуляції в системі індивідуально-орієнтованого навчально-виховного процесу. *Теоретико-методичні проблеми генетичної психології*: матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 35-річчю наукової та педагогічної діяльності академіка С.Д.Максименка. К.: Міленіум, 2002. С. 267-269.

18. Сікорський П. Психолого-педагогічні проблеми навчання математики. *Математика в школі*, 2004. №4. С. 5-9.

19. Платонов К. К. Питання психології праці, 1970. С. 31.

20. Мешалкіна К. Н. Профільна диференціація освіти. *Радянська педагогіка*, 1990. №1. С.60-65.
21. Безсонов Р. В., Околєлов О. П. Специфіка навчання у профільній школі: зміст та процес. *Педагогіка*, 2006. № 7. С.23-29.
22. Стислий педагогічний словник: Навчально-довідковий посібник / Г. А. Андрєєва, Г. С. Вялікова, І. А. Тютькова. М., 2005. 180 с.
23. Батаєва Я. Д. Сучасні форми та методи навчання математики. *Педагогіка*, 2023. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-formy-i-metody-obucheniya-matematike/viewer> (дата звернення: 20.01.2025)
24. Андрєєва Н. В. Педагогіка ефективного змішаного навчання. *Сучасна зарубіжна психологія*, 2020. № 3. С. 8-20
25. Дербуш М.В., Скарбіч С.М. Організація дослідницької діяльності учнів за умов змішаного навчання математики. *Безперервна освіта: XXI століття*, 2021. Вип. 3(35). С. 1-18
26. Байбородова Л. В. Які педагогічні технології є сучасними? *Проблеми та перспективи розвитку сільських загальноосвітніх організацій*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 2019. С. 156-164
27. Немченко О.Ю., Сиздикова О.Б. Навчання математики у медичному вузі як неминучість. *Методологія та технологія безперервної професійної освіти*, 2024. №1(17). С. 45-52.
28. Гілярова М.Г. Математика для медичних коледжів. Фенікс, 2015. Вид.4-е. 442 с.
29. Закон розчинення лікарських форм речовини з таблеток. URL: <https://poznavka.org/s8157t1.html> (дата звернення: 27.02.2025).
30. Рубецьков Д. І. Феномен математичної моделі Лотки-Вольтерри та подібних до неї. *Прикладна нелінійна динаміка*, 2011. № 2. С. 69–87.
31. Фліс П.С. Ортодонтія: підр. для студ. вищ. мед. навч. закл. Вінниця: НОВА КНИГА, 2007. 312 с. URL: http://stomatology1.dsmu.edu.ua/attachments/article/43/Ortodontiya_P.S.pdf (дата звернення: 17.03.2025)

32. Ортодонтія: тези лекцій для лікарів – ортодонтів. / Клітинська О.В. та інші. Ужгород, 2017. 75 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/15657006-c48b-4a9e-b8ea-d7096e033b3e/content> (дата звернення: 18.03.2025)

33. **Хмарний сервіс GeoGebra.** URL: <https://www.geogebra.org> (дата звернення: 28.03.2025)

34. **Хмарний сервіс Wolfram Alpha / Wolfram Cloud.** URL: <https://www.wolframcloud.com> (дата звернення: 02.04.2025)

35. **Хмарний сервіс Desmos.** URL: <https://www.desmos.com> (дата звернення: 06.04.2025)

36. Педагогічний експеримент : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Е. Жосан. Кіровоград: Видавництво КОІППО імені Василя Сухомлинського, 2008. 72 с. URL: <https://library.kr.ua/wp-content/elib/zhosan/pedekspnmp.pdf> (дата звернення: 10.05.2025)

37. Теорія імовірностей та математична статистика. Курс лекцій. / уклад.: Т.А.Ліхоузова К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 300 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/20037ecb-78e3-4fa6-9bfe-42dbcedc38e8/content> (дата звернення: 20.05.2025)

38. Ачкан В., Агбаш В. Реалізація прикладної спрямованості навчання математики у медичному коледжі. Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації: матеріали VI Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 28-30 травня 2025 р.). Запоріжжя : ТДАТУ, 2025. 486 с. С.309-312

ДОДАТКИ