

database of tests; training tests in a computer class or on the LMS Moodle platform; work with test options that modulate the exam booklet. This algorithm of training provides higher indicators of subtests in biological chemistry with biochemical research methods than the general results of tests demonstrated by students of Zhytomyr Basic Applied College of Pharmacy.

Key words: LII KROK M, laboratory diagnostics, pharmaceutical vocational college, biological chemistry.

УДК 378.016:51:[378.4(477):61

DOI 10.5281/zenodo.6618629

В. І. Федів

ORCID ID 0000-0002-5033-1356

О. І. Олар

ORCID ID 0000-0002-2467-6932

Т. В. Бірюкова

ORCID ID 0000-0003-4112-7246

М. А. Іванчук

ORCID ID 0000-0001-9499-0583

Буковинський державний медичний університет

ВАЖЛИВІ ЕЛЕМЕНТИ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ У ГАЛУЗІ МЕДИЧНИХ НАУК

У статті розглянуто ряд медичних напрямків, для яких особливо актуальні математичні знання. Можливі напрямки використання математичних знань представлені за результатом аналізу ряду дисциплін, які вивчаються здобувачами освіти різних медичних спеціальностей галузі знань 22 «Охорона здоров'я» та рівнів (бакалаврський, магістерський, доктор філософії) і деяких напрямків практичної роботи лікарів різного профілю та науковців у галузі медицини. Використано теоретичний (аналіз наукових джерел, власний педагогічний досвід) та частково емпіричний (педагогічне спостереження) методи дослідження.

Проаналізовано та аргументовано важливість окремих розділів курсу математики: елементи числення, побудова графіків функцій, елементи теорії ймовірностей та математичної статистики, елементи диференціального та інтегрального числення.

Практично кожен лікар тією чи іншою мірою має справу з читанням діагностичної інформації, яка відображена графічно і описує динаміку зміни довільного показника, тому читання графіків – надзвичайно важлива задача при вивченні математики.

Одним із повсюдних застосувань математики в медицині є використання елементів теорії ймовірностей та математичної статистики. Статистичні методи застосовують для перевірки ефективності нових типів ліків або медичних втручань у порівнянні з існуючими, оцінки ризиків для пацієнтів, які проходять певне лікування, виявлення узгодженості в змінах показників.

Епідеміологи часто для прогнозування процесів поширення інфекцій використовують елементи математичного моделювання. Не менш важливими елементами математичного моделювання є для фармакології.

Математика важлива також для діагностики медичних станів та захворювань, оскільки вона є гарантом правильності ідентифікації стану пацієнта.

Неможливо вказати більш чи менш важливі розділи, вони взаємопов'язані і передбачають наступність знань. Тому важливо розуміння необхідності математичних знань майбутнім медикам і донесення цієї інформації різноманітними засобами до кожного, хто планує пов'язати свою професійну діяльність з медициною.

Ключові слова: математика, статистика, критерії, математичне моделювання, медицина.

Постановка проблеми. Питання про те, чи потрібна і, якщо так, то в якому обсязі математика майбутньому фахівцю в галузі знань 22 «Охорона здоров'я» завжди стоїть перед здобувачами освіти різних напрямків («Медицина», «Стоматологія», «Фармація, промислова фармація» та ін.). На жаль, на етапі підготовки, переважна більшість абітурієнтів не мають усвідомлення того, наскільки важливою є роль математики у розвитку медицини, оскільки навчальний процес у школі спрямований на подання визначеного об'єму інформації формально, часто без деталізації можливих напрямків використання у майбутньому для різних галузей знань, без елементів міжпредметної інтеграції, а, як наслідок, належної уваги вивченню дисципліни тими, хто планує пов'язати своє майбутнє з медициною немає. Більше того, навіть ті, хто вже здобув фах медичного профілю, часто не усвідомлюють роль математики у «технологічному процесі» свого напрямку і розвитку технологій, які вони використовують щодня. Математика для них — це абстрактний предмет, який вивчають, щоб стати викладачем дисципліни природничого чи інженерного напрямку [10, с. 50].

Аналіз актуальних досліджень. Розвиток медицини за останні десятиріччя нерозривно пов'язаний із технічним прогресом в розробці та створенні новітньої медичної апаратури, що є невід'ємною частиною досягнень в математичних, комп'ютерних науках. А отже для можливості користування нею необхідно мати певні знання із відповідних розділів математики. Також невід'ємною складовою медичних досліджень є моделювання процесів, які протікають в організмі людини, механізми доставки ліків, створення та дослідження роботи штучних органів, тощо. Сучасний рівень медицини неможливо уявити без таких технік як магніто-резонансна томографія (МРТ), ядерно-магнітний резонанс (ЯМР), комп'ютерна томографія і т.ін. Створення такого напрямку як доказова медицина також пов'язано із математикою. Саме таке словосполучення вперше було вжито Девідом Едді. Він наполягав у своїй статті, що основа медичної практики – наукові дані. Термін «Evidence-based medicine – EBM» було введено у практику епідеміологами із Макмастерського університету при розробці навчальної програми з практичної медицини. При проведенні досліджень з ефективності використання певної групи ліків необхідно:

- мати достатньо значну кількість пацієнтів, тобто мати широку вибірку для зменшення похибки отриманих результатів;
- враховуючи кількість отриманих результатів провести їх статистичну обробку;
- порівняти отримані результати з результатами лікування контрольної групи пацієнтів за загальноприйнятими методиками.

Тобто необхідно мати базові знання з розділу статистичної обробки даних.

Дуже важливо дослідити певні закономірності, наприклад, протікання хвороб, щоб не нашкодити людині, тобто створити моделі для вивчення реального процесу, які відображають основні властивості та параметри реального об'єкту. Вивчення протікання реальних процесів на відповідних моделях дозволяє спрогнозувати та проаналізувати ті чи інші ймовірнісні результати. І без бази належних математичних знань відповідних тем (до прикладу з розділу «Теорія ймовірності») це реалізувати неможливо. Математичні моделі знаходять своє застосування в біохімії, фізіології, імунології, при створенні нового медичного обладнання, біотехнічних систем, тощо, що сприяє розвитку новітніх методів діагностики та терапії. Прикладом може бути комп'ютерна діагностика з постановкою конкретного діагнозу при наявності відповідної інформації про стан пацієнта.

Це неповний перелік можливостей застосування математичних знань у медицині. З огляду на вищезазначене та проведений аналіз актуальних досліджень можна зробити висновок, що важливість математичних знань майбутнім медикам не викликає сумнівів [1, с. 104; 2, с. 883] і даний напрямок досліджень висвітлено недостатньо. Тому важливо розвивати його і показувати різноманітними методами важливість базової математичної освіти для майбутніх лікарів.

Мета статті – аналіз актуальності базових математичних знань для різних напрямків медичної науки та практики, обґрунтування необхідності вивчення математики здобувачами медичної та суміжної з нею освіти.

Виклад основного матеріалу. Математика є важливою частиною медицини [4].

Розглянемо деякі напрямки використання математики в медицині.

Кожен медик має справу з ліками і іноді потрібно розраховувати їх дозування (напр., доза з розрахунку на кілограм маси тіла, перерахунок при зміні дозування діючої речовини у препараті, приготування сумішей з відповідною концентрацією складових та ін.). Зайвим буде підкреслювати факт, що недотримання доз не сприятиме отриманню анестетичного або терапевтичного ефектів, а передозування проявить велику кількість побічних ефектів; доза ліків для дитини практично завжди розраховується у залежності від віку і ваги дитини. Тому порядок виконання математичних операцій, елементи роботи з дробами, розрахунки пропорцій і відсотків – надзвичайно важливі й повинні бути доведені до автоматизму ще на етапі середньої школи, крім того, що такі знання не зайві й пацієнтові, який хоче бути обізнаний у процесі лікування. Крім того, деякі фізіологічні (напр., індекс маси тіла та ін.) та анатомічні показники (напр., розмір структур щитовидної залози та ін.), в тому числі отримані за допомогою інструментальних методів або методів візуалізації зображень важливі для вірної постановки діагнозу змінюються, що, в свою чергу, веде до зміни того, що може вважатися нормами для тієї чи іншої вікової категорії. Лікар повинен коректно і усвідомлено здійснювати розрахунки, чітко розрізняючи співвідношення норма-патологія аналізуючи числові значення показників.

Практично кожен лікар тією чи іншою мірою має справу з обробкою діагностичної інформації, яка відображена графічно і описує динаміку зміни довільного показника (напр., температурна залежність, кардіограма, реограма, диференціальна реограма, спектри поглинання та ін.), тому читання графіків – надзвичайно важлива задача при вивченні математики. Розуміння понять аргументу (незалежної змінної), функції (залежної змінної), їх поведінки (зростання, спадання, монотонність, періодичність (циклічність), симетричність, наявність екстремумів, характерна залежність, яку можна описати набором елементарних математичних функцій та ін.) приростів аргументу та функції, швидкості зміни функції (похідна функції) – беззаперечний факт. Аномалії поведінки залежностей – завжди свідчення тієї чи іншої патології. Крім того аналіз залежностей передбачає визначення та перетворення величин одна в іншу за визначеними співвідношеннями (напр., при аналізі ЕКГ – визначення тривалості різноманітних електричних і механічних процесів, визначення частоти серцевих скорочень та ін.)

Одним із повсюдних застосувань математики в медицині є використання елементів теорії ймовірностей та математичної статистики. Статистичні методи застосовують для перевірки меж того, що називають «нормою» різноманітних показників, ефективності нових ліків або медичних процедур у порівнянні з існуючими, оцінки ризиків для пацієнтів, які проходять певне лікування, виявлення узгодженості в змінах показників (кореляційний та регресійний аналізи), впливу різних чинників на досліджувану ознаку (елементи дисперсійного аналізу) залежно від розподілу випадкової величини (напр., нормальний розподіл), яку досліджують. Базою для вищезазначеного є елементи статистики в курсі шкільної математики.

Результати узагальнення статистичних спостережень тих чи інших показників (напр., рівень та поширеність захворюваності, спричинений певним збудником інфекції), темпи їх росту та приросту (напр., кількість гіпотетичних контактів), аналіз характеру поведінки показника (напр., експоненціальний), в свою чергу, дозволяють здійснювати прогнозування явищ. Такий інструмент надзвичайно важливий у епідеміології для запобігання поширення захворювань та їх профілактики. Також епідеміологи часто для прогнозування процесів поширення інфекцій використовують елементи математичного моделювання. Сьогодні у медичній літературі широко представлені результати моделювання поширення коронавірусної хвороби (COVID-19) за різних умов [5, с. 350; 3, с. 847; 9].

Зростання доступності високошвидкісних обчислень в останні роки зробило можливим використання багатопараметричних моделей із врахуванням великої кількості вихідних даних.

Не менш важливими елементи математичного моделювання є для фармакології. Наприклад, ряд фармакокінетичних параметрів (напр., константа елімінації, період напівелімінації, удавана початкова концентрація, об'єм розподілу, питомий об'єм

розподілу, кліренс, максимальна стаціонарна концентрація, та ін.) – умовні показники, які розраховуються за визначеними співвідношеннями.

Сьогодні вже активно розглядається можливість схвалення сполук частково на основі аргументів, заснованих на моделюванні та симуляції [7, с. 10].

В якості фармакокінетичних моделей залежно від способу введення лікарських засобів, використовуються диференціальні рівняння. Розв'язки таких рівнянь (систем рівнянь) – фармакокінетичні криві, які описують поведінку концентрації лікарських засобів у біологічних рідинах, а площа під фармакокінетичною кривою – доза лікарського препарату, що циркулює в системі на момент часу t .

Надійні прогнози щодо таких питань, як оптимальна доза або оцінка безпеки, на основі даних про початок, інтенсивність і тривалість реакції, коли кількісна інформація про основний механізм дії обмежені дуже важливі. Тоді завдання полягає в тому, щоб об'єднати наявні фізіологічні знання, добре сплановані експерименти та математичний аналіз, щоб розробити модель, яку можна використовувати для створення надійних прогнозів. Крім того, з розширенням знань про біологічні та фізіологічні процеси проводяться все більше системних досліджень, у яких використовуються математичні уявлення про динамічні системи.

Перелічене є прямим доказом важливості розділів диференціального та інтегрального числення.

Математика важлива також для діагностики медичних станів та захворювань, оскільки вона є гарантом правильності ідентифікації стану пацієнта [8, с. 7]. Тестування зразків може давати наступні результати:

- 1) істинний позитивний результат: позитивний тест, захворювання є;
- 2) хибнопозитивний результат: позитивний тест, захворювання немає;
- 3) істинний негативний тест: негативний тест, захворювання немає;
- 4) хибнонегативний результат: тест негативний, захворювання є;

Здатність тесту розрізнити різницю між здоровими та хворими пацієнтами є мірою того, наскільки якісним є діагностичний тест, щоб встановити цю різницю. Точність діагностики не показує повної картини, тому також необхідні визначення чутливості та специфічності. В медичних дослідженнях чутливість – це доля хворих, які були визнані хворими в результаті застосування методу діагностики від загальної кількості хворих, тобто здатність діагностичної системи виявляти хворобу. Специфічність – доля здорових, які були визнані здоровими в результаті застосування методу діагностики від загальної кількості здорових, тобто здатність діагностичної системи виявляти відсутність хвороби. Отже, важливі математичні розділи – проведення розрахунків і статистичний аналіз.

Якщо розглянути напрямок проведення інструментальних досліджень і визначення істинних значень вимірюваних величин при проведенні медичних досліджень неодмінно виникне питання про систематичні і випадкові похибки при проведенні вимірювань, а як наслідок, похибок вимірювання, в цілому. І якщо взяти до уваги, що вимірювання можуть проводитися як прямо, так і непрямо (досліджувана характеристика обчислюється за визначеним співвідношенням), то знадобиться знання не тільки елементів теорії ймовірностей та математичної статистики, а також елементи диференціального числення, точніше знаходження частинних похідних функцій, які описують величину, яка вимірюється непрямо. Це можливо за умови наявності знань про правила диференціювання та похідні елементарних функцій.

Більшість технологічних досягнень, якими лікарі користуються щодня є спільними зусиллями і досягненнями вчених у галузі природничих наук, інженерів, програмістів і математиків. Завдяки цим досягненням лікар «бачить», «чує», «сприймає на дотик» і т. ін. Візуалізація медичних зображень, незалежно, від того, який фізичний чинник використовується для аналізу біологічної структури (ультразвук, світло, рентгенівське випромінювання, магнітне поле і т.ін.), цілком залежить від «математичної обробки» результату такої взаємодії, а математичний апарат який використовується від потреб медицини (сірошкальні або кольорові зображення, графіки, 2D-5D зображення і т. ін.). Таким чином, лікареві обов'язкове розуміння важливості математики для інтерпретації отриманих результатів – незаперечний факт.

Висновки та перспективи подальших наукових досліджень. Отже, для всіх, хто планує пов'язати майбутнє з медициною беззаперечним є факт необхідності вивчення різних розділів математики. Знання алгебри, статистики та загальних обчислень — важливі для більшості майбутніх лікарів [6, с. 166]. Неможливо вказати більш чи менш важливі розділи, вони взаємопов'язані і передбачають наступність знань. Тому здобувачі освіти, які планують пов'язати своє майбутнє з медичними напрямками повинні володіти в достатній мірі знаннями курсу математики не менше рівня «Стандарт».

Перспективи подальших наукових досліджень полягають у створенні чітких та обґрунтованих міжпредметних зв'язків між курсом математики та дисциплінами медичного та фармацевтичного профілів, які забезпечували б якісну підготовку майбутнього спеціаліста медичного напрямку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Габорець, О. А., Шерман, З. О. (2019). Математична статистика як необхідний компонент професійної підготовки майбутніх лікарів. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова, 72(1), 103–107. (Gaborets, O. A., Sherman, Z. O. (2019). Mathematical statistics as a necessary component of professional training of future doctors. Series 5. Pedagogical sciences: realities and prospects Scientific journal of NPU named after MP Drahomanov, 72(1), 103–107). DOI: 10.31392/NPU-nc.series5.2020.72-1.24.
2. Наливайко, Л. Г. (2020). Особливості підготовки з математики студентів медичних закладів. Scientific Collection «InterConf», 1(37): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Recent Scientific Investigation». (Dec, 6-8, 2020, Oslo). Oslo, Norway: Dagens naeringsliv forlag, 881–888. (Nalyvayko, L. G. (2020). Features of mathematics training of medical students). Scientific Collection «InterConf», 1(37): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Recent Scientific Investigation». (Dec, 6-8, 2020, Oslo). Oslo, Norway: Dagens naeringsliv forlag, 881–888.
3. Britton, T., Ball, F., Trapman, P. (2020). A mathematical model reveals the influence of population heterogeneity on herd immunity to SARS-CoV-2. Science, 369(6505), 846–849. DOI: 10.1126/science.abc6810.
4. Cockcroft, J., Saigar, M., Dawkins, A., Rutland, C. (2021). Why Do We Need Maths in Medicine? Front. Young Minds. 9:678802. DOI: 10.3389/frym.2021.678802.
5. Makhoul, M., Ayoub, H. H., Chemaitelly, H., Seedat, S., Mumtaz, G. R., Al-Omari, S., Abu-Raddad, L. J. (2020). Epidemiological impact of SARS-CoV-2 vaccination: Mathematical modeling analyses. Vaccines, 8(4), 668. DOI: 10.3390/vaccines8040668.
6. Nusbaum, N. J. (2010). PERSPECTIVES: Mathematics Preparation for Medical School: Do All Premedical Students Need Calculus? Teaching and Learning in Medicine, 18, 165–168. DOI: 10.1207/s15328015tlm1802_12.
7. Peletier, L. A., Gabrielsson, J. (2018). Impact of mathematical pharmacology on practice and theory: four case studies. J Pharmacokinet Pharmacodyn. 45(1): 3–21. DOI: 10.1007/s10928-017-9539-8.
8. Sitch, A. J., Dekkers, O. M., Scholefield, B. R., Takwoingi, Y. (2021). Introduction to diagnostic test accuracy studies. Eur. J. Endocrinol. 184:E5–9. DOI: 10.1530/EJE-20-1239
9. Swan, D. A., Goyal, A., Bracis, C., Moore, M., Krantz, E., Brown, E., ... Schiffer, J. T. (2021). Mathematical Modeling of Vaccines That Prevent SARS-CoV-2 Transmission. Viruses, 13(10), 1921. DOI: 10.3390/v13101921].
10. Zayed, A. I. (2019). A new perspective on the role of mathematics in medicine Journal of Advanced Research, 17, 49–54. DOI: 10.1016/j.jare.2019.01.016.

Федив В. И., Олар Е. И., Бирюкова Т. В., Иванчук М. А. Важные элементы математического образования соискателей образования в области медицинских наук.

Аннотация. В статье рассмотрен ряд медицинских направлений, для которых особенно актуальны математические знания. Возможные направления использования математических знаний представлены по результатам анализа ряда дисциплин, изучаемых

соискателями образования различных медицинских специальностей отрасли знаний 22 «Здравоохранение» и уровней (бакалаврское, магистерское, доктор философии) и некоторых направлений практической работы врачей разного профиля и ученых в области медицины. Использованы теоретический (анализ научных источников, собственный педагогический опыт) и частично эмпирический (педагогическое наблюдение) методы исследования.

Проанализированы и аргументированы важность отдельных разделов курса математики: элементы исчисления, построение графиков функций, элементы теории вероятностей и математической статистики, элементы дифференциального и интегрального исчисления.

Практически каждый врач в той или иной степени имеет дело с чтением диагностической информации, отображенной графически и описывающей динамику изменения произвольного показателя, поэтому чтение графиков – важнейшая задача при изучении математики.

Статистические методы применяют для проверки эффективности нового лекарства или медицинских процедур по сравнению с существующими, оценки рисков для пациентов, проходящих определенное лечение, выявления согласованности в изменениях

Невозможно указать более или менее важные разделы, они взаимосвязаны и предполагают преемственность знаний. Поэтому важно понимание необходимости математических знаний будущим медикам и донесение этого момента разнообразными средствами каждому, кто связывает свою профессиональную деятельность с медициной.

Ключевые слова: математика, статистика, критерии, математическое моделирование, медицина.

Fediv V. I., Olar O. I., Biriukova T. V., Ivanchuk M. A. Important elements of mathematical education of medical students.

Summary. The article considers a number of medical fields where mathematical knowledge is especially relevant. Possible areas of use of mathematical knowledge are presented based on the analysis of a number of disciplines studied by students of different medical specialties in the field of knowledge 22 "Health care" and grade (bachelor, master, doctor of philosophy) and some areas of practice of physicians and scientists. Theoretical (analysis of scientific sources, own pedagogical experience) and partially empirical (pedagogical observation) research methods were used.

The importance of separate sections of the course of mathematics is analyzed and argued: elements of calculus, graphical representation of functions, elements of probability theory and mathematical statistics, elements of differential and integral calculus.

Almost every doctor extent deals with reading of diagnostic information displayed graphically, it describes the dynamics of medical parameters, so reading of graphical dependences is an extremely important task in the study of mathematics.

One of the widespread applications of mathematics in medicine is the use of elements of probability theory and mathematical statistics. Statistical methods helps to test the effectiveness of new drugs or medical procedures compared to existing ones, to assess the risks for patients undergoing certain treatments, to identify correlation presence etc.

Epidemiologists often use elements of mathematical modeling to predict the spread of infections. Very important elements of mathematical modeling are for pharmacology.

Mathematics is also important for the diagnosis of medical conditions and diseases, as it is a guarantee of correct identification of the patient's condition.

It is impossible to specify more or less important sections; they are interconnected and imply continuity of knowledge. Therefore, it is important to understand the necessity of mathematical knowledge for future physicians and to convey this point in a variety of ways to anyone who associates their professional activities with medicine.

Key words: mathematics, statistics, criteria, mathematical modeling, medicine.