



DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-004

УДК 378.146

ГОЛОГРАФІЧНИЙ ПІДХІД ЯК ЗАСІБ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ

HOLOGRAPHIC APPROACH AS A MEANS OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN THE STUDY OF MEDICAL INFORMATICS

Марія ІВАНЧУК ✉

Буковинський державний медичний університет,
 Чернівці, Україна
 ivanchuk.m@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9499-0583>

Віктор КУЛЬЧИНСЬКИЙ

Буковинський державний медичний університет,
 Чернівці, Україна
 kulchynsky@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-9603-5595>

Maria IVANCHUK ✉

Bukovinian state medical university,
 Chernivtsi, Ukraine
 ivanchuk.m@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9499-0583>

Viktor KULCHYNSKYI

Bukovinian state medical university,
 Chernivtsi, Ukraine
 kulchynsky@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-9603-5595>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Мотивація студентів вивчати непрофільні предмети низька. Її підвищення можна досягти за рахунок міжпредметної інтеграції, завдяки якій студенти ширше бачать місце і роль усіх предметів в освітньому процесі за обраним напрямком підготовки. Метою дослідження було вивчення можливостей поглиблення міжпредметної інтеграції для підвищення мотивації студентів до вивчення медичної інформатики при використанні елементів голографічного підходу.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використані такі методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури для окреслення проблеми викладання інформаційних дисциплін в медичних закладах вищої освіти); емпіричні (спостереження, аналіз та систематизація).

Результати. Розроблено курс занять з медичної інформатики з використанням голографічного підходу. Для розгляду на практичних заняттях завдань, близьких до професійного життя медиків, сформовано масив інформації медичного спрямування, який складається з бази даних уявних пацієнтів та набору теоретичних відомостей про медичні показники, симптоми хвороб та алгоритми їх лікування. Опанування кожної теми відбувалося з використанням даного масиву інформації та впливало з результатів, отриманих на попередніх заняттях. Студенти створюють блок-схеми медичних алгоритмів та системи підтримки прийняття медичних рішень, проводять математичну обробку медичних даних, вивчають можливості візуалізації медичної інформації.

Висновки. Задля поглиблення міжпредметної інтеграції при викладанні дисципліни Медична Інформатика студентам спеціальності Медицина використаний голографічний підхід. В рамках цього підходу знання з медицини та інформатики формують "опорну" та "предметну" хвилю відповідно. В результаті накладання цих двох хвиль формується об'ємне бачення міжпредметних зв'язків. Студенти працюють з одним масивом інформації медичного спрямування, вивчаючи різні інформаційні технології її обробки, що дає можливість підвищити мотивацію студентів до вивчення дисципліни.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: міжпредметна інтеграція; голографічний підхід; мотивація; медична інформатика; інформаційні технології; база даних.

ABSTRACT

Formulation the problem. Students have low motivation to study non-core subjects. Interdisciplinary integration can increase motivation, as students see more broadly the place and role of all subjects in the educational process in the chosen study field. The research aim was to explore the opportunity of deepening interdisciplinary integration to increase students' motivation to study medical informatics using elements of the holographic approach.

Materials and methods. Methods used in the research: theoretical (scientific and methodological literature analysis to outline the problem of teaching information subjects in medical institutions of higher education), empirical (observation, analysis, and systematization).

Results. A course in medical informatics using a holographic approach has been developed. An array of medical information, consisting of an imaginary patients' database and a set of theoretical information about medical indicators, disease symptoms, and treatment algorithms, has been formed to consider in practical classes tasks close to physicians' professional life. Each topic learning took place using this array of information and followed the results obtained in previous classes. Students create medical algorithms flowcharts and medical decision-making support systems, conduct medical data mathematical processing, and study medical information visualization possibilities.

Conclusions. A holographic approach is used to deepen interdisciplinary integration in teaching the subject of Medical Informatics to students majoring in Medicine. Within this approach, knowledge of medicine and informatics form the "reference" and "subject" waves, respectively. The two wave's superposition forms a three-dimensional vision of interdisciplinary connections. Students work with one array of medical information, studying various information technologies for its processing, which provides an opportunity to increase students' motivation to study the subject.

KEYWORDS: interdisciplinary integration; holographic approach; motivation; medical informatics; Information Technology; Database.

ВСТУП

Викладання таких непрофільних предметів, як медична інформатика, для студентів медичних ЗВО завжди є гострою проблемою, оскільки при вирішенні питання пріоритетності витрат часу на освоєння навиків з різних дисциплін, що вивчаються одночасно, студенти переважно обирають витратити час і зусилля на дисципліни, що відповідають їх майбутній професії. Одним із шляхів вирішення проблеми зменшення мотивації освоєння непрофільних дисциплін є

Для цитування:

Іванчук М., Кульчинський В. Голографічний підхід як засіб міжпредметної інтеграції при вивченні медичної інформатики. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35, № 3. С. 26-32. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-004
 Іванчук, М., & Кульчинський, В. (2022). Голографічний підхід як засіб міжпредметної інтеграції при вивченні медичної інформатики. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 26-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-004>

For citation:

Ivanchuk, M., & Kulchynskiy, V. (2022). Holographic approach as a means of interdisciplinary integration in the study of medical informatics. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 26-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-004>
 Ivanchuk, M., & Kulchynskiy, V. (2022). Holohrafichnyi pidkhid yak zasib mizhpredmetnoi intehratsii pry vvychnni medychnoi informatyky [Holographic approach as a means of interdisciplinary integration in the study of medical informatics]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 26-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-004>

міжпредметна інтеграція, результатом якої є знаходження спільних точок дотику різних галузей знань (Іванчук & Кульчинський, 2020). Так, наприклад, при опануванні клінічних дисциплін студенти заучують стандартні діагностичні та прогностичні алгоритми, методики і схеми лікування, необхідні для вирішення клінічних завдань, при цьому послідовність дій визначена однозначно і повинна виконуватися згідно з алгоритмом лікування (Січкоріз та ін., 2019). На заняттях з медичної інформатики студенти набувають навичок формалізації медичних алгоритмів, побудові для них блок-схем, що спрощує їх сприйняття і полегшує запам'ятовування. Тому у процесі підготовки медичних працівників у закладах вищої освіти необхідно впроваджувати принципово нові підходи до питань розроблення технологій навчання (Саєнко & Мороховець, 2018), зміщувати акценти від зайвого заучування великої кількості фактів і використання технологій до прискорення обробки інформації, до навчання когнітивним методикам пошуку, систематизації, аналізу, зіставлення, узагальнення та синтезу нових знань (Пайкуш, 2018). І хоча методичне та програмне забезпечення для викладання медичної інформатики студентам спеціальності медицина присутнє у всіх медичних ЗВО (Пудова & Казакова, 2019; Добровольська, 2019), необхідним є постійне його оновлення з врахуванням сучасних тенденцій розвитку галузі інформаційних технологій.

Голографічний підхід у навчанні – відносно новий спосіб організації навчального процесу. Поняття "голографія" вперше використано в онтопсихології (Менегетті, 1993). Голографічний підхід згадується в рамках т.з. "вітагенного навчання" (Белкін, 1999). Суть такого навчання, за останнім, зводиться до накладання знань від викладача, з підручників та інших джерел готової інформації з життєвим досвідом особи, що намагається ці знання освоїти. Результатом такого підходу очікується формування "голографічної проекції", яка відобразить багатосторонню інформацію про досліджуваний предмет. Використання поняття голографічного підходу набуло з часом інших інтерпретацій, наближаючись до фізичного процесу, з якого ця аналогія виникла. Це дозволило не змінюючи суті голографії – утворення об'ємного зображення – залучати знання з інших предметів при розробці окремих занять з обраного предмету (Гонтова, 2020).

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Фізика створення та відтворення голографічних записів від першого повідомлення (Gabor, 1948), з подальшими модифікаціями способів опромінення об'єкта при записі (Denisyuk, 1962; Leith & Upatnieks, 1962) полягає в отриманні таких записів, які, крім інформації про просторовий розподіл амплітуди світлових хвиль, містять також інформацію про фазові співвідношення цих хвиль, тобто повну світлову інформацію про об'єкт. На даний момент методика отримання голографічних зображень вже описана в підручниках (Caulfield, 1979; Hariharan, 1996; Toal, 2011; Blanche, 2019).

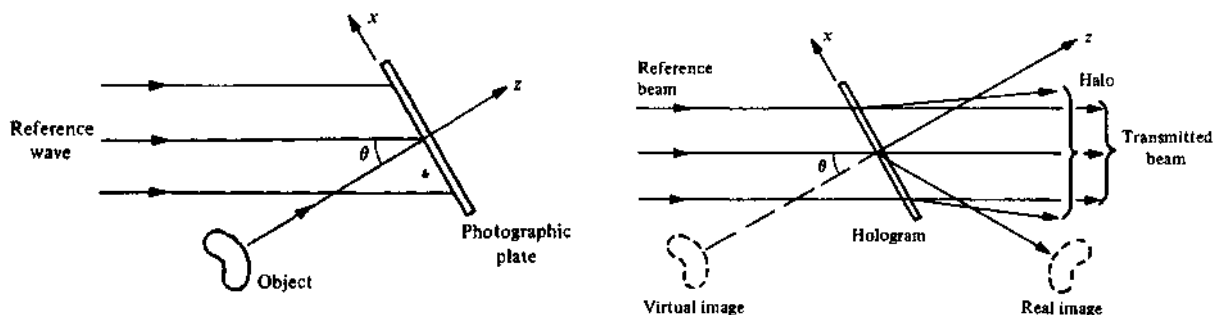


Рис. 1. Схема запису голограми (ліворуч) та відтворення зображення (праворуч) (Hariharan, 1996)

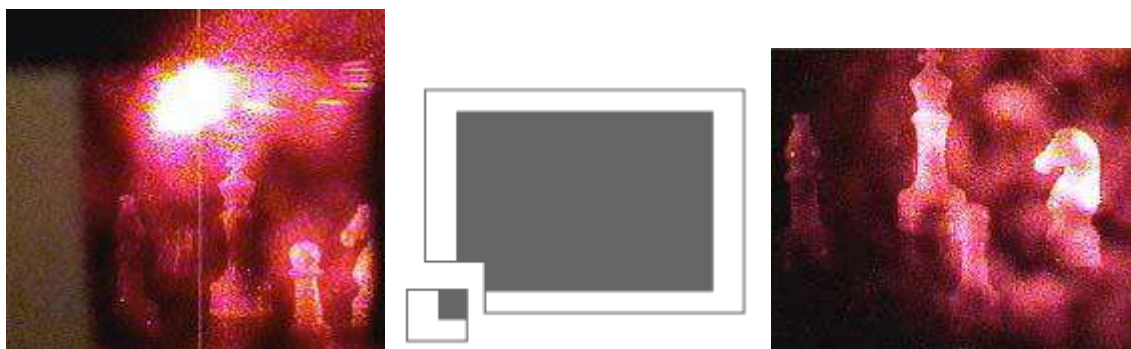


Рис. 2. Частина голографічного запису містить інформацію (ліворуч), достатню для відтворення всього зображення (праворуч) (Hyperphysics, 2022)

Варто зазначити, що досі з фізичної технології створення голографічних записів і її зчитування у педагогіку запозичено тільки ту властивість голографічного зображення, що воно є об'ємним, повним відображенням об'єкта і можна досліджувати об'єкт з усіх боків при повороті голограми під іншим кутом зору. Проте існує ще одна корисна особливість носія голографічного зображення – будь-яка його частинка містить запис про увесь об'єкт, тобто втрата частини носія не призведе до втрати записаної інформації, як це відбувається у випадку фотографічного способу запису інформації (Рис. 2).

Використання голографічного підходу дозволяє накладати декілька інформаційних потоків, що якраз і потрібно при вивченні міждисциплінарних галузей знань. Задля формування стійкого об'ємного відображення необхідна певна узгодженість цих потоків (відповідність поняттю когерентності у фізиці). Така узгодженість може виникати за рахунок подачі усіх потоків інформації в однаковому ритмі, який можна задавати послідовністю тем та кількістю занять на тему.

Метою нашого дослідження була розробка навчального курсу Медична інформатика, в якому за допомогою голографічного підходу можна було б поглибити міждисциплінарну інтеграцію вказаної міждисциплінарної галузі знань задля підвищення мотивації вивчення цієї галузі знань студентами та розвитку в них осмисленого бачення способів використання здобутих знань, умінь та навичок в подальшому житті.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі дослідження використовувались наступні методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури для окреслення проблеми викладання міждисциплінарних галузей знань та, зокрема, інформаційних дисциплін в медичних закладах вищої освіти); емпіричні (спостереження, аналіз та систематизація).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розроблено курс занять з медичної інформатики з використанням голографічного підходу.

Голографічний підхід використовувався багаторазово. Перше використання відбувалось при формуванні структури курсу, під час якого зливались два потоки інформації – типові медичні проблеми обробки інформації та базові поняття інформатики, які потрібні для вирішення такого роду завдань. "Опорна хвиля" в нашому випадку є масивом знань медичного спрямування. "Предметом", багатогранне зображення якого ми отримуємо, є, власне, загальні поняття про обробку інформації та етапи цієї обробки. Елементи масиву з "опорної хвилі" (стрілка вгору на Рис.3) обробляються з точки зору базових понять інформатики – відповідний процес взаємодії опорної хвилі з об'єктом через відбивання (розсіювання) чи поглинання. Результатом такої обробки є "предметна хвиля", яка собою являє ті ж теоретичні відомості з "опорної хвилі", представлені мовою інформатики (у вигляді блок-схем, формул, логічних виразів, послідовності дій у відповідних середовищах обробки даних). В місці накладання "предметної хвилі" з "опорною хвилею" (стрілка вправо на Рис. 3) формується стійке уявлення щодо використання знань з інформатики для обробки медичних даних ("предметна хвиля") та щодо їх медичної інтерпретації (горизонтальна "опорна хвиля"). В результаті – курс є голографічним, який при "освітленні опорною хвилею" різноманітних медичних проблем обробки інформації утворює різноманітні відображення понять інформатики для вирішення вказаних медичних проблем.

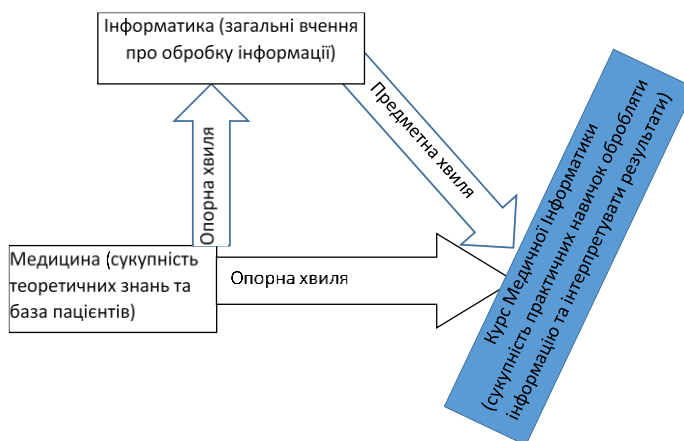


Рис. 3. Побудова голограми курсу Медичної інформатики

Кожна тема курсу є частинкою голографічного запису, яка містить інтегровану інформацію і може бути незалежним носієм такої інформації. Проте, з додаванням до вже існуючого голографічного запису кожної наступної теми утворюється більш наповнене деталями відображення інтегрованої міждисциплінарної галузі знань (Рис.2).

Вторинне використання голографічного підходу відбувалось на кожному із занять при поясненні теми студентам. При цьому вже накладались дещо інші інформаційні потоки: інтегровані знання від викладача, які формувались при висвітленні способів використання знань з інформатики для розв'язування задач в медицині, та життєвий досвід студентів. В результаті в усіх студентів формується власне бачення міждисциплінарних зв'язків на основі здобутого життєвого досвіду, зокрема і здобутого на попередніх практичних заняттях з Медичної інформатики. Правильність розуміння студентами міждисциплінарних зв'язків перевірялись шляхом використання отриманих ними інтегрованих знань для вирішення інших типових завдань із масиву медичних завдань, який використано на всіх заняттях курсу (В голографії опромінення голограми опорною хвилею викликає відтворення записаного зображення об'єкту).

Оскільки в студентів 2-го року навчання зазвичай недостатньо особистого і професійного життєвого досвіду, то для розгляду на практичних заняттях завдань, близьких до професійного життя медиків, сформовано масив інформації медичного спрямування, який складається з бази даних уявних пацієнтів та набору теоретичних відомостей про медичні показники, симптоми хвороб та алгоритми лікування. База даних "Лікарня", яка імітує базу даних медичної установи, була створена в Google таблицях. База даних "Лікарня" містить інформацію про 450 віртуальних пацієнтів обох статей з різними діагнозами, що розподілені по чотирьох відділеннях – терапевтичне, хірургічне, інфекційне та гінекологічне. В базі

присутня інформація про різні показники пацієнтів – інструментальні (ріст, вага, температура, пульс, тиск, ЕКГ-дослідження), показники загального аналізу крові (еритроцити, гемоглобін), біохімічні (білірубін, креатинін, кортизол) тощо. Файл з теоретичними відомостями, який містить коротку медичну інформацію про кожен показник в базі даних та його нормальні значення для пацієнтів різної статі та віку, описи симптомів хвороб та алгоритмів дій у різних медичних ситуаціях, було створено у Google документах. Впродовж вивчення дисципліни студенти працювали з одним і тим же масивом інформації медичного спрямування, при цьому вивчаючи різні можливості інформаційних технологій для її обробки. Використання хмарних застосунків Google спростило спільний доступ усіх студентів до масиву інформації медичного спрямування. Особливо це зручно в режимі дистанційного навчання.



Рис. 4. Структура змістових модулів курсу

Первинне інтегроване знання формується під час вивчення теми, що присвячена алгоритмізації медичних задач. На першому занятті з медичної інформатики студенти знайомляться з базою даних "Лікарня". На цьому ж занятті студенти, використовуючи словесні описи в теоретичних відомостях, створюють блок-схеми алгоритмів для визначення відповідності нормі показників пацієнтів бази даних "Лікарня", призначення їм відповідної дози лікарських засобів, визначення локалізації гострого інфаркту міокарду, визначення серцево-судинного ризику за шкалою SCORE і т.ін. Наступна тема присвячена формалізації медичних задач. На цьому занятті студенти, знову ж таки, використовуючи файл "Теоретичні відомості", перетворюють словесні вирази щодо симптоматики різноманітних хвороб в логічні вирази за правилами математичної логіки, що важливо для уміння будувати формули в наступних темах. Оскільки це перші заняття, то особистого досвіду в студентів ще немає і його ролі виступають відомості з файлу "Теоретичні відомості".

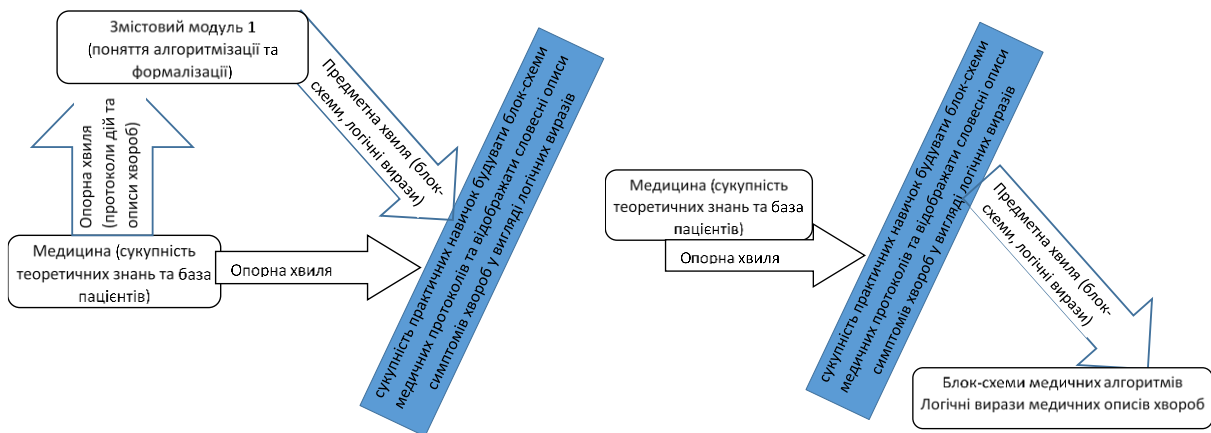


Рис. 5. Голографічний запис тем Змістового модуля 1 (ліворуч) та відтворення, перевірка умінь (праворуч)

Переважна більшість занять другого змістового модулю присвячена роботі з табличними процесорами. На перших заняттях студенти вивчають інтерфейс Google таблиць та опановують основні функції табличного процесора. При побудові функцій використовуються вже здобуті інтегровані знання про логічні вирази і способи їх побудови із словесних описів умов медичної задачі, а також поняття послідовності дії в алгоритмі при побудові вкладених функцій. Тут "опорною хвилею" вже виступає не тільки масив медичних знань з "Теоретичних відомостей", а й голографічна побудова інтегрованих знань з попередніх занять. Побудова голографічної проекції студентами відбувається при накладанні попередньої інформації на нові задачі з тими ж медичними даними. За допомогою бази даних "Лікарня" студенти освоюють як сортувати дані, як за допомогою фільтру знаходити необхідну їм інформацію, як застосовувати умовне форматування для візуалізації інформації про пацієнтів. Для опанування функціями електронних таблиць студентам пропонується визначити кількість в базі хворих з високою температурою, середній вік пацієнтів з гіпертонією, індекс маси тіла пацієнтів та ступінь ожиріння відповідно до отриманих результатів. Вивчення математичних функцій також відбувається з використанням даних з бази "Лікарня".



Рис. 6. Голографічний запис (ліворуч) і відтворення (праворуч) інтегрованих знань із залученням особистого досвіду студентів в опорній хвилі при освоєнні тем наступних змістових модулів курсу

В третьому змістовому модулі завдання стають складніші. На основі раніше здобутих інтегрованих знань про основи роботи з табличними процесорами, а також про побудову простих і вкладених функцій студенти формують інтегроване уявлення про моделювання медико-біологічних процесів, про етапи побудови клінічних систем підтримки прийняття рішень. Студенти створюють системи підтримки прийняття рішень для визначення післяопераційного ризику, серцево-судинного ризику, локалізації гострого інфаркту міокарду для пацієнтів бази даних "Лікарня" з використанням алгоритмів, розроблених на першому занятті.

На заняттях четвертого змістового модулю на основі здобутих інтегрованих знань про побудову формул в табличних процесорах та способи візуалізації результатів обробки даних студенти вивчають основи статистичного аналізу медичних даних. З бази даних "Лікарня" студенти формують вибірккові сукупності, знаходять їх статистичні показники, перевіряють розподіли отриманих вибірок на нормальність, застосовують статистичні тести для перевірки гіпотез.

В останньому змістовому модулі студенти вивчають можливості використання всіх раніше здобутих інтегрованих знань щодо створення формул чи типових алгоритмів обробки та візуалізації медичних даних до величезних потоків типізованих даних за допомогою Google Data Studio, для чого інформація з бази даних "Лікарня" експортується в Google Data Studio. Можливості створення різноманітних звітів з візуалізацією даних за допомогою діаграм, динамічних рядів та картограм студенти опановують на вже звичній для них базі даних із залученням вже відомих медичних знань з файлу "Теоретичні відомості".

Розглянемо використання голографічного підходу на прикладі. У файлі «Теоретичні відомості» зокрема міститься інформація про Швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ):

- формула для обчислення ШКФ за значенням креатиніну, віку та статі пацієнта;
- класифікація стадій хронічних захворювань нирок за значенням ШКФ
- корекція дози деяких гіпотензивних препаратів у хворих із хронічними захворюваннями нирок залежно від значення ШКФ.

В кожному змістовому модулі наявні завдання, що стосуються ШКФ. З кожним наступним змістовим модулем завдання ускладнюються і вимагають знань з попередніх змістових модулів.

Завдання змістового модулю 1. Побудувати алгоритм для визначення стадії хронічних захворювань нирок за значенням ШКФ та корекції дози Бензеприлу. Використовуючи дані таблиці корекції дози гіпотензивних препаратів у файлі «Теоретичні відомості», студенти будують блок-схему алгоритму корекції дози Бензеприлу

Завдання змістового модулю 2. Визначити швидкість клубочкової фільтрації у пацієнтів терапевтичного відділення. Для виконання цього завдання студентам необхідно застосувати фільтр для пацієнтів бази даних "Лікарня" і відібрати тільки тих, що знаходяться в терапевтичному відділенні. Далі за допомогою формули з файлу "Теоретичні відомості" побудувати математичний вираз для визначення ШКФ, використовуючи відомості про стать, вік та креатинін пацієнтів бази даних "Лікарня".

Завдання змістового модулю 3. Визначити корекцію дози Бензеприлу за значенням ШКФ для хворих з діагнозом гіпертонія. Для виконання цього завдання студентам необхідно за допомогою фільтру відібрати з бази даних "Лікарня" пацієнтів з діагнозом гіпертонія та побудувати логічний вираз для корекції дози Бензеприлу на основі алгоритму, побудованому у змістовому модулі 1 та значенням ШКФ, знайденому за формулою, отриманою у змістовому модулі 2.

Завдання змістового модулю 4. Перевірити гіпотезу про рівність ШКФ пацієнтів хірургічного відділення з різними діагнозами. Для виконання цього завдання студентам необхідно за допомогою фільтру відібрати пацієнтів хірургічного відділення та відсортувати їх за діагнозами. Для відібраних пацієнтів застосувати формулу для обчислення ШКФ зі змістового модуля 2. Сформулювати вибірки значень ШКФ за діагнозами, перевірити розподіли вибірок на нормальність, та в залежності від отриманого результату, застосувати дисперсійний аналіз Фішера або критерій Краскела-Уолліса для перевірки нульової гіпотези.

Завдання змістового модулю 5. Візуалізувати кількість хворих з різними стадіями хронічних захворювань нирок за значенням ШКФ. Для виконання цього завдання у звіті, створеному за даними бази "Лікарня", на основі

інформації з файлу "Теоретичні відомості", використовуючи формули та алгоритми, побудовані у попередніх змістових модулях, студентам необхідно створити нове поле бази даних, в якому визначити ШКФ для усіх хворих. Після цього створити ще одне поле, в якому, використовуючи щойно отримані значення ШКФ, визначити стадію хронічних захворювань нирок. Після чого візуально відобразити отриману інформацію, наприклад, за допомогою кругової діаграми.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Задля поглиблення міжпредметної інтеграції використаний голографічний підхід. В рамках цього підходу знання з медицини та інформатики формують "опорну" та "предметну" хвилі відповідно. В результаті накладання цих двох хвиль формується об'ємне бачення міжпредметних зв'язків при викладанні дисципліни Медична Інформатика студентам спеціальності Медицина. Студенти працюють з одним масивом інформації медичного спрямування, при цьому вивчаючи різні можливості інформаційних технологій для її обробки. Запропонований підхід дає можливість підвищити мотивацію студентів для вивчення дисципліни Медична інформатика.

Кафедрою було створено аналогічний курс для студентів спеціальності медична психологія, в якому студенти опановують навчальний матеріал на прикладі психологічних тестів (Іванчук & Кульчинський, 2020), крім того планується розробка подібних курсів для студентів інших спеціальностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Blanche, P. A. (2019). *Optical holography: Materials, theory and applications*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03402-X>
2. Denisjuk, Y. (1962). Photographic reconstruction of the optical properties of an object in its own scattered radiation field, *Soviet Physics-Doklady*, 7, 543-545.
3. Gabor, D. (1948). A New Microscopic Principle. *Nature* 161, 777-778 <https://doi.org/10.1038/161777a0>
4. *Handbook of optical holography* by H. J. Caulfield (1979). ed. Academic Press, New York, NY, U.S.A. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/optmod/holog.html#c1>
5. Hariharan, P. (1996). *Optical Holography: Principles, techniques, and applications* (Second Edition), Cambridge University.
6. Leith, N., & Upatnieks, J. (1962). Reconstructed wavefronts and communication theory, *Journal of the Optical Society of America*, 52 (10), 1123-1130.
7. Toal, V. (2011). *Introduction to Holography* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11706>
8. Белкин, А.С., & Жукова, Н.К. (1999). *Витagenное образование. Голографический подход*. Екатеринбург: Изд-во УГПУ.
9. Гонтова, Л. В. (2020). *Формування соціокультурної компетентності учнів 5–9-х класів загальноосвітніх навчальних закладів у процесі вивчення художньої культури*. [Дис. канд. пед. наук, Інститут проблем виховання НАПН України, Київ].
10. Добровольська, А.М. (2018). Дослідження професійної мотивації майбутніх провізорів у процесі формування ІТ-компетентності. *Фізико-математична освіта*, 4(18), 45-54. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-018-4-007>.
11. Іванчук, М.А., & Кульчинський, В.В. (2020). Проблема узгодження інформаційної пари викладач-студент: особливості вивчення курсу «Інформаційні технології в медицині» студентами спеціальності «Медична психологія». *Фізико-математична освіта*, 3 (25), 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-025>.
12. Менегетти, А. (1993). *Онтопсихологическая педагогика*. Москва.
13. Пайкуш, М. (2018). Особливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у професійно-практичній підготовці майбутнього лікаря. *Нова педагогічна думка*, 2 (94), 56-60.
14. Пудова, С.С., & Казакова, О.В. (2019) Використання професійно-орієнтованих завдань на заняттях з медичної інформатики при вивченні експертних систем студентами-стоматологами. *Фізико-математична освіта*, 1(19), 177-183. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-028>.
15. Саенко, М.С., & Мороховець, Г.Ю. (2018). Використання інформаційно-комунікаційних технологій у майбутній професійній діяльності в процесі вивчення медичної інформатики. *Імідж сучасного педагога*, 3 (180), 18-21.
16. Січкоріз, О.Є., Лотоцька, Л.Б., & Колач, Т.С. (2019). Медична інформатика як перспективна складова вищої медичної освіти. *Медична освіта*, 3, 91-95. <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2019.3.10486>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Blanche, P. A. (2019). *Optical holography: Materials, theory and applications*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03402-X>
2. Denisjuk, Y. (1962). Photographic reconstruction of the optical properties of an object in its own scattered radiation field, *Soviet Physics-Doklady*, 7, 543-545.
3. Gabor, D. (1948). A New Microscopic Principle. *Nature* 161, 777-778 <https://doi.org/10.1038/161777a0>
4. *Handbook of optical holography* by H. J. Caulfield (1979). ed. Academic Press, New York, NY, U.S.A. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/optmod/holog.html#c1>
5. Hariharan, P. (1996). *Optical Holography: Principles, techniques, and applications* (Second Edition), Cambridge University.
6. Leith, N., & Upatnieks, J. (1962). Reconstructed wavefronts and communication theory, *Journal of the Optical Society of America*, 52 (10), 1123-1130.
7. Toal, V. (2011). *Introduction to Holography* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11706>
8. Belkin, A.S., & Zukove, N.K. (1999). *Vytahennoe obrazovanye. Holohrafycheskyi podkhod [Vitagenic education. Holographic approach]*. Ekaterynburh. (in Russian).
9. Gontova, L.V. (2020). *Formuvannia sotsiokulturnoi kompetentnosti uchniv 5–9-kh klasiv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv u protsesi vyvchennia khudozhnoi kultury [Formation of socio-cultural competence of students of 5-9 grades of secondary schools in the process of studying art culture]*. [PhD dissertetion, Institute of Problems of Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv] (in Ukrainian).
10. Dobrovol'ska, A.M. (2018). Doslidzhennia profesiinoi motyvatsii maibutnikh provizoriv u protsesi formuvannia IT-kompetentnosti [Research of professional motivation of future pharmacists in the process of formation of IT competence] *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 4(18), 45-54. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-018-4-007>. (in Ukrainian).
11. Ivanchuk, M.A., & Kulchynsky, V.V. (2020). Problema uzghodzhennia informatsiinoi pary vykladach-student: osoblyvosti vyvchennia kursu «Informatsiini tekhnologii v medytsyni» studentamy spetsialnosti «Medychna psykholohiia» [The problem of coordination of the information pair teacher-student: features of studying the discipline "Information technologies in medicine" for medical psychology students]. *Fizyko-*

- matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 3 (25), 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-025>. (in Ukrainian).
12. Menegetti, A. (1993). *Ontopsykholohycheskaia pedahohyka [Ontopsychological pedagogy]*. Moscow. (in Russian).
 13. Paikush, M. (2018). Osoblyvosti vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u profesiino-praktychnii pidhotovtsi maibutnoho likaria [Peculiarities of using information and communication technologies in professional and practical training of a future doctor]. *Nova pedahohichna dumka – New pedagogical thought*, 2 (94), 56-60. (in Ukrainian).
 14. Pudova, S.S., & Kazakova, O.V. (2019). Vykorystannia profesiino-orientovanykh zavdan na zaniattiakh z medychnoi informatyky pry vyvchenni ekspertnykh system studentamy-stomatolohamy [The use of professionally-oriented tasks in classes in medical informatics in the study of expert systems by dental students]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 1(19), 177-183. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-028>. (in Ukrainian).
 15. Saienko, M. S., & Morokhovets, H. Yu. (2018). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u maibutnii profesiinii diialnosti v protsesi vyvchennia medychnoi informatyky [The use of information and communication technologies in future professional activities in the process of studying medical informatics]. *Imidzh suchasnoho pedahoha – The image of a modern teacher*, 3 (180), 18-21. (in Ukrainian).
 16. Sichkoriz, O. Y., Lototska, L. B., & Kolach, T. S. (2019). Medical informatics as a prospective component of higher medical education. *Medical education*, 2019, (3), 91–95. <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2019.3.10486> (in Ukrainian).

