

УДК:378:002.8

DOI 10.5281/zenodo.4890929

**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

**В. В. Кульчинський**

ORCID ID 0000-0002-9603-5595

**О. Ю. Микитюк**

ORCID ID 0000-0001-8514-7092

Буковинський державний медичний університет

## АКТУАЛІЗАЦІЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В ПІДГОТОВЦІ ЛІКАРЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НАВЧАЛЬНИХ КЕЙСІВ

*У цій статті представлено навчальний кейс, присвячений розвитку компетентностей лікаря щодо використання ультразвуку (УЗ) в медицині, який застосовується на практичному занятті дисципліни природничого циклу «Медична та біологічна фізика» для студентів першого року навчання з напрямку підготовки «Медицина».*

*Кейс-метод особливий тим, що одночасно розглядається конкретна практична ситуація й відбувається процес реалізації конкретних знань. Студентам-медикам важливо навчитись нестандартно мислити, діяти, вміло оперувати отриманими знаннями. Даний метод стимулює активну діяльність студентів, сприяє підвищенню мотивації до навчання, розвитку самостійного мислення, вміння прислуховуватись до думки інших (стимулює командний вид діяльності), швидко реагувати на вирішення конкретної поставленої задачі, зменшує кількість незалучених до обговорення теми конкретного заняття студентів, творчо підходить до розв'язання проблем, готовність до дії в нестандартних умовах, що є однією із важливих складових майбутньої професії.*

*Кейси були практично апробовані й отримали схвальні відгуки студентів. Студенти впевнені, що вони випробували модель прийняття рішення, яку зможуть використати у реальному житті. Отримані знання з фізико-математичної дисципліни в майбутньому дозволять їм швидше зорієнтуватися в клінічних випадках. На нашу думку, і це є предметом подальших наукових досліджень, ґрунтовність фізико-математичних знань в рамках вивчення фундаментальних дисциплін до переліку яких входить «Медична та біологічна фізика», підвищує ефективність засвоєння клінічних дисциплін на достатньому рівні професійної компетенції. Враховуючи результати спостережень та аналіз успішності студентів з використанням кейсів та за рахунок занурення студентів у реалії майбутньої професії, їх застосування – перспективний напрямок актуалізації фізико-математичної освіти в підготовці медичних працівників.*

**Ключові слова:** кейс-метод, медична та біологічна фізика, ультразвук, студент-медик, освіта, ефективність навчання.

**Постановка проблеми.** Специфіка медичної освіти завжди була спрямована на вирішення комплексних проблем охорони здоров'я. Для формування клінічного мислення у студентів медичних вузів доцільним є застосування методу проблемно-орієнтованого навчання, який зарекомендував себе ефективним інструментом мотивованого вивчення студентами фізико-математичних дисциплін.

Дисципліна «Медична та біологічна фізика» є однією з важливих складових у комплексі фундаментальної підготовки майбутнього медика. Зокрема вона готує студента-медика до пошуку причинно-наслідкових зв'язків у його професійній діяльності. Якість

засвоєння даної дисципліни визначає рівень майбутніх загальних компетентностей студента-медика.

Одним з комплексних методів навчання в структурі проблемно орієнтованого навчання є кейс-метод, який створює відчуття реальності ситуацій, які розглядаються і, відповідно, стимулює глибоке занурення студента в процес аналізу і взаємодії з колегами; а також підвищує результативність засвоєння матеріалу. Метод також суттєво підвищує практичну цінність отриманих студентами знань. Такі висновки отримали його дослідники у різних галузях знань за увесь період з моменту його запровадження.

Правильно створена структура «кейсів» при вивченні фундаментальних наук досить швидко дозволяє отримати не тільки впевненість у необхідності засвоєння знань, а й постійне їх використання відповідно до клінічних ситуацій, які розглядатимуться при вивченні відповідних клінічних дисциплін.

**Аналіз актуальних досліджень.** Вперше кейс-метод було використано у Гарварді при викладанні управлінських дисциплін. Першим хто його запровадив був Христофор Колумб Ленгделл [9]. У подальшому метод набув широкого використання при вивченні медицини, юриспруденції, математики, педагогіки та інших наук (Дж. Маанен, Л. Бреслов, Дж. Ерскін, К. Херрид, В. Ноймс, Р. Прінг, А. Уотсон та ін.). [6, с. 215; 7, с. 4]. Зараз у Гарварді існують школи права, медична й бізнесу, які постійно перебувають у пошуку і розглядають альтернативні шляхи розвитку.

Манчестерська школа бізнесу – найвідоміша школа в Європейській освіті із застосування кейс-методу – взявши до уваги основні ідеї Гарварда пішла власним шляхом розвитку. Для неї характерне наступне: більш короткий опис ситуації, рішення принципово відкрито і виробляється в ході групових дискусій. Поширення кейс-методу спонукало вчених до розробки теоретичних засад його використання. Значний внесок у розробку теоретичних засад використання кейс-методу в навчальному процесі закладів вищої освіти зроблено вітчизняними та зарубіжними вченими – такими як Г.Багієв, О.Сидоренко, О.Смолянинова, Ю.Сурмін, В.Чуба, П.Шеремета. Вони розглядають кейси як: метод навчання, форму організації навчально-пізнавальної діяльності студентів, дидактичну технологію, що застосовується в процесі фахової підготовки. [7, с. 3; 8, с. 57; 5, с. 153].

Правильно створена структура «кейсів» при вивченні фундаментальних наук дозволяє отримати впевненість у необхідності засвоєння знань, та постійне їх використання відповідно до клінічних ситуацій, які розглядатимуться на старших курсах при вивченні клінічних дисциплін [2, с. 121; 3, с. 1656; 4, с. 72].

**Мета статті.** Показати ефективність використання кейс-методу на практичних заняттях дисципліни природничого циклу «Медична та біологічна фізика» для студентів першого року навчання з напрямку підготовки «Медицина» та акцентувати увагу на актуальності фізико-математичної освіти в медичному вузі.

**Виклад основного матеріалу.** Розглянемо застосування кейс-методу на практичному занятті за темою «Фізичні основи використання ультразвуку в медицині».

Вперше про потенціал ультразвуку (УЗ) для отримання біологічних ефектів було повідомлено в 1917 році. Діагностичне застосування ультразвуку започаткував Ян Дональд. Його стаття "Дослідження черевної маси за допомогою імпульсного ультразвуку" була опублікована в "Ланцеті" 7 червня 1958 р. Ультразвукова діагностика стала невід'ємною частиною невідкладної медицини та загальної хірургії.

Структурно кейс містить *змістовий, процесуальний, діагностико-оціночний* блоки.

Сукупність навчальної інформації, яка складає *змістовий* блок кейсу, подається студентам у вигляді навчальних ресурсів «Конспект», «Робочий зошит» та ін. (відеолекції, віртуальний експеримент, презентації, таблиці) на платформі MOODLE, до якої студенти мають неперервний доступ.

Фізичні характеристики УЗ, процеси та явища за участі УЗ, перетворення видів енергії вивчаються також на етапі довузівської підготовки і оціночно-діагностичний блок кейсу дозволяє визначити, в тому числі, і вхідний рівень знань студентів, який повинен відповідати об'єму матеріалу.

Інтегрований розгляд теми і цілісність заняття забезпечується представленням інформації у вигляді блок-схем.

Представимо блок-схему інформаційного забезпечення змістового блоку кейсу (рис. 1).

*Процесуальний* блок кейсу складається з наступних етапів.

**Етап I.** Формування цілісності знань через формулювання запитань.

*I приклад (щодо явища кавітації).*

Під дією якого явища і чому руйнується пухлина при використанні УЗ?

Чи може УЗ бути небезпечним для живого організму і чому?

До яких наслідків призводить виникнення кавітації в живому організмі?

Яка відмінність дії низькоінтенсивного та високоінтенсивного УЗ на живі тканини?

*II приклад (щодо явища інтерференції)*

У чому полягає принцип дроблення каміння у нирках при ультразвуковій літотрипсії?

Чи використовується явище інтерференції УЗ для дроблення каміння у нирках?

Чому ультразвукова літотрипсія не може відбуватися без явища інтерференції УЗ?

Яким чином досягається руйнування частинок всередині тканини без суттєвого впливу на оточуюче середовище?

*III приклад (щодо явища відбивання)*

Чому в ехо-методі УЗ-дослідження використовують логарифмічне підсилення зареєстрованого сигналу?

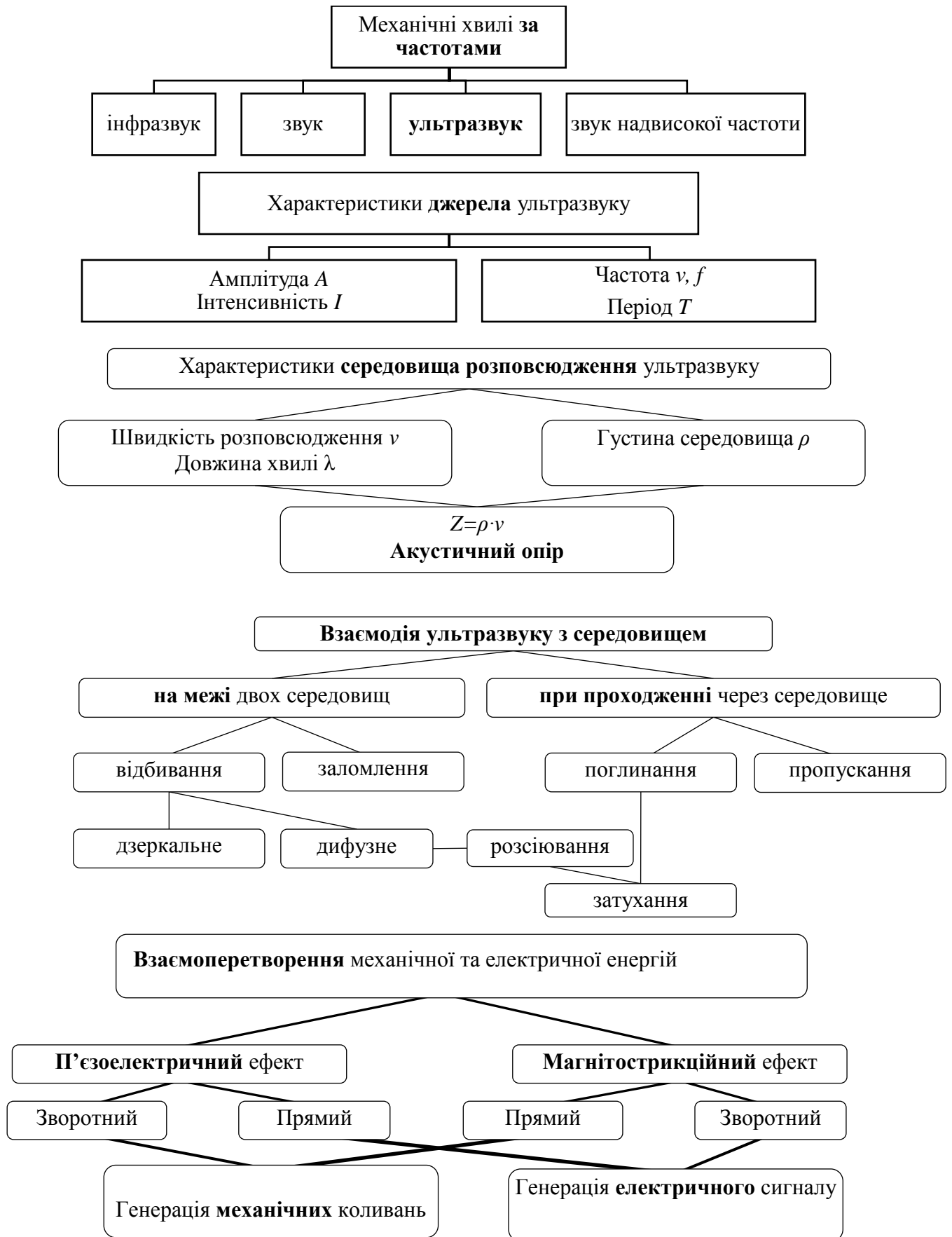
*IV приклад (щодо явища поглинання)*

Чому поглинання енергії УЗ-хвилі при проходженні через різні тканини людського організму різне при сталому значенні частоти УЗ-хвилі?

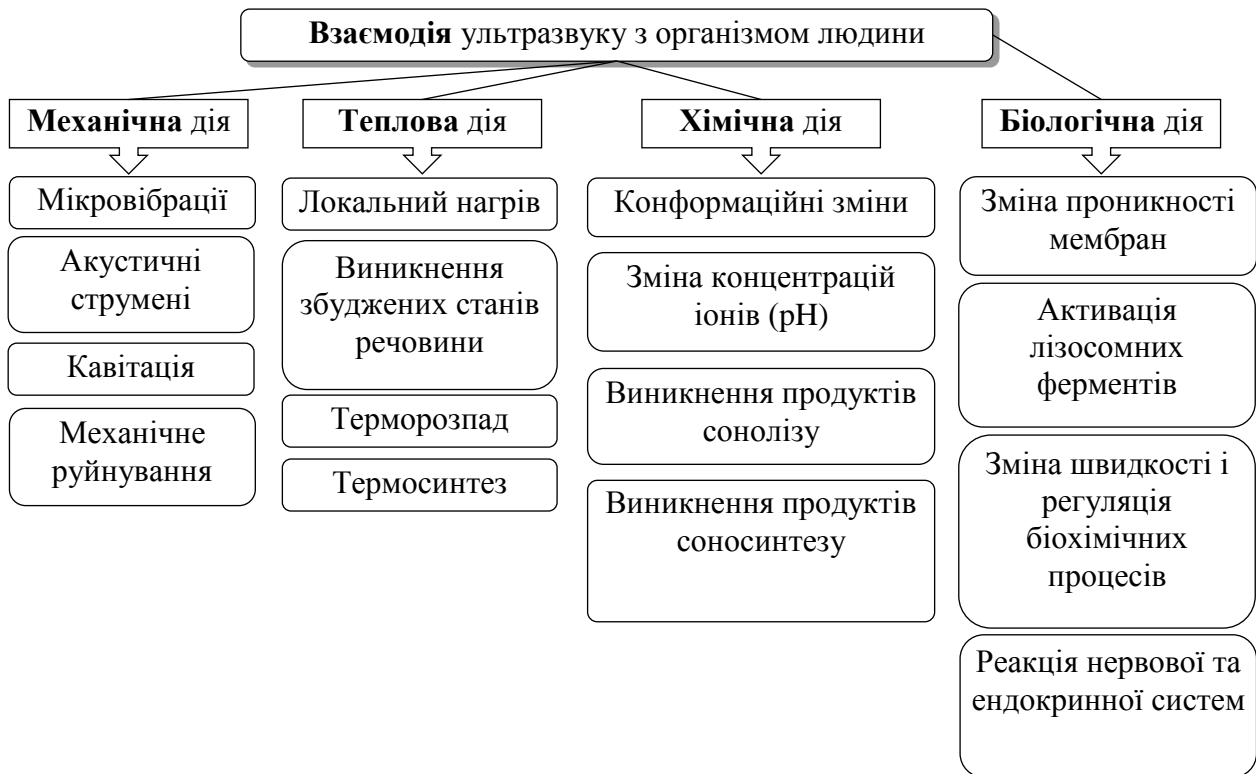
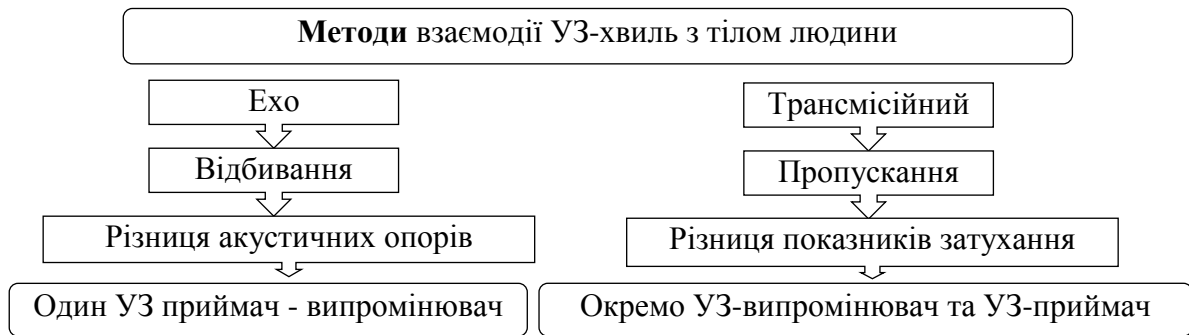
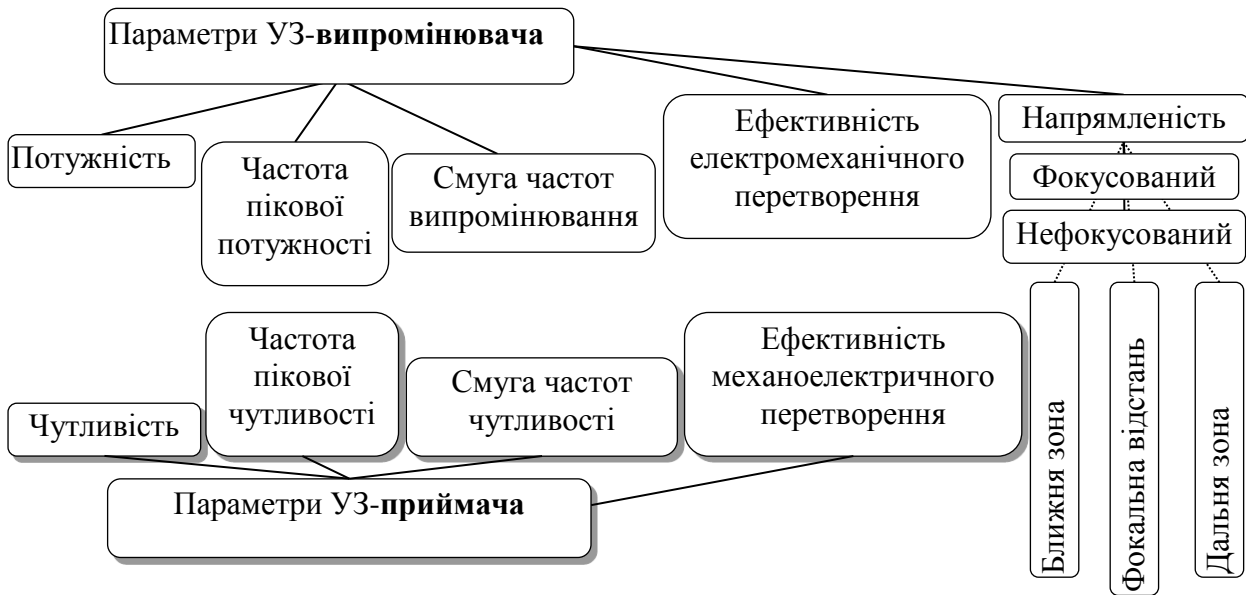


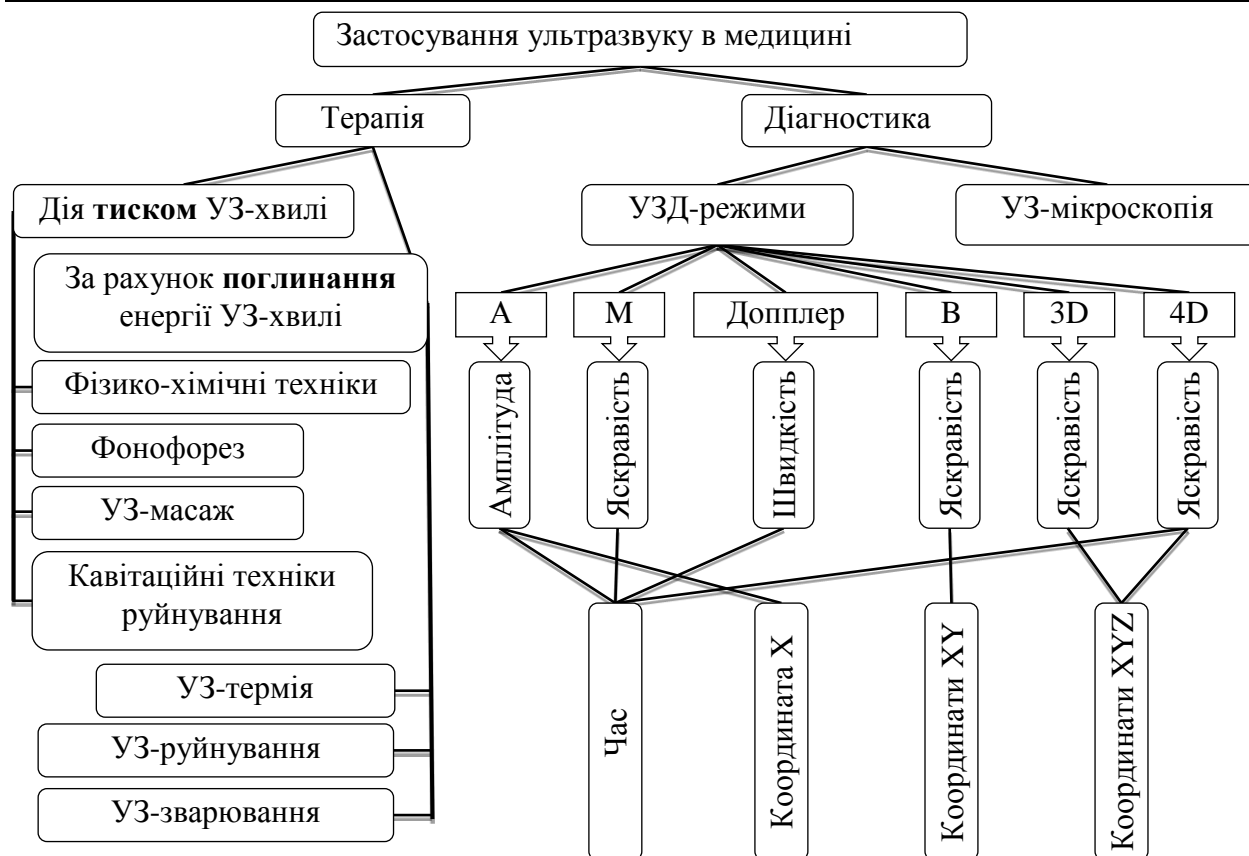
Рис. 1. Структура кейсу

Блок-схема базових понять для визначення вхідного рівня знань



Блок-схема навчальних матеріалів





**Етап II.** Формування цілісності знань через аналіз поставлених задач з використанням кількісних характеристик ультразвуку та середовища його поширення (табл.1).

**Таблиця 1.**

| Кількісні характеристики ультразвуку та середовища | Аналіз поставлених завдань  | Напрямок аналізу    |
|--|---|---------------------|
| Швидкість розповсюдження УЗ, частота УЗ            | Оцініть найменший розмір об'єкта, що може бути виявленим за допомогою ультразвуку                         | Кількісний          |
| Швидкість та час розповсюдження УЗ                 | Відстань до пухлини за допомогою ехо-методу   | Кількісний          |
| Акустичний імпеданс середовища                     | Коефіцієнт відбивання на межі середовищ і обґрунтування використання гелю для УЗ-дослідження              | Якісний             |
| Частота УЗ   | Коефіцієнт поглинання і обґрунтування якості УЗ візуалізації від глибини залягання досліджуваних структур | Кількісний, якісний |

*Приклад 1.* Оцініть найменший розмір об'єкта, що може бути виявленим за допомогою ультразвуку частотою  $2 \cdot 10^6$  Гц (Швидкість розповсюдження УЗ вважати рівною 1540 м/с).

*Приклад 2.* Обчисліть відстань до пухлини за допомогою ехо-методу, якщо УЗ-хвиля доходить до приймача за  $2 \cdot 10^{-5}$  с? (Швидкість розповсюдження УЗ вважати рівною 1540 м/с)

*Приклад 3.* Чому акустичний імпеданс є важливою фізичною характеристикою біологічного об'єкта і як це пов'язано з використанням гелю для УЗ-дослідження?

*Приклад 4.* Чому при дослідженні внутрішніх структур різних розмірів, які знаходяться на різній глибині від поверхні тіла, не використовуються УЗ пучки однакових частот?

*Приклад 5.* Чому дослідження щитоподібної залози проводять на вищих УЗ-частотах, ніж, наприклад, для структур черевної порожнини?

*Приклад 6.* Чому УЗ-дослідження проводять на частотах УЗ 2-10 МГц, а не наприклад 20-40 кГц?

*Приклад 7.* У чому полягають відмінності у роботі УЗ датчика, коли він працює в режимі джерело/приймач у порівнянні з використанням двох окремих датчиків? В яких випадках необхідне використання двох УЗ-датчиків? Які між ними відмінності?

**Етап III.** Формування цілісності знань через аналіз явищ, які спостерігаються, та пояснення отриманих результатів (табл.2).

Технологічними елементами цього етапу є лабораторна робота та джерела інформації, які знаходяться у вільному доступі.

**Таблиця 2.**

| Явища, які спостерігаються                 | Причини спостережуваних явищ  |
|--|---|
| Форма відбитих УЗ хвиль                    | Причини зміни форми   |
| Механічна дія у вигляді акустичних потоків | Залежність параметрів акустичних потоків від кількісних характеристик УЗ              |
| Механічна дія у вигляді розпилення рідини  | Залежність характеристик аерозолів лікарських речовин від кількісних характеристик УЗ |

Розглянемо деякі приклади.

*Приклад 1.* Спостереження відбитих УЗ-хвиль від різних структур, у тому числі біологічного походження і пояснення форми спостережуваного сигналу.

*Приклад 2.* Спостереження дії механічних коливань УЗ-частоти на речовину і пояснення значення акустичних потоків у біологічних рідинах.

*Приклад 3.* Спостереження фонтанування і розпилення рідини з утворенням дрібнодисперсного туману і пояснення механізму його використання для створення аерозолів лікарських речовин.

**Етап IV.** Формування цілісності знань через аналіз ситуаційних медичних задач.

Наводимо приклади ситуаційних задач.

*Приклад 1.* На прийомі у лікаря пацієнтка М. 57 років з ознаками запалення легень. Для підтвердження діагнозу потрібні додаткові інструментальні дослідження. Для уточнення діагнозу лікар направляє пацієнтку на рентгенологічне обстеження, проте пацієнтка просить замінити це обстеження на менш шкідливе УЗ-дослідження.

Пояснити пацієнтці недоцільність візуалізації легень за допомогою УЗ та переконати її в цьому.

*Приклад 2.* На прийомі у лікаря дитина 5 р. для діагностики стану органів черевної порожнини.

Поясніть батькам дитини, що для якісного дослідження сечового міхура та візуалізації можливих камінців сечовий міхур повинен бути заповнений рідиною. Аргументуйте батькам свою відповідь.

*Приклад 3.* Пацієнт Р. вік 58 років. В анамнезі стаж курця понад 40 років. Підозри на стеноз судин. З метою перевірки швидкості кровотоку Ви направляєте пацієнта на доплерографію. Переконливо просите пацієнта не палити хоча б за 2 години до проведення обстеження і пояснює йому чому.

Що орієнтовно Ви говорите цьому пацієнтові?

*Приклад 4.* Ваш попередній пацієнт М., 46 років, із вираженою зайвою вагою, наступний – дівчина Т., 18 років, худорлява. Обидва обстежують органи черевної порожнини.

Які основні моменти Ви обов'язково повинні пам'ятати стосовно параметрів зонduючого УЗ пучка (щодо його фокусування, можливості дістатися до потрібної структури та ін.) і чому?

*Оціночно-діагностичний* блок кейсу проводиться з використанням різнорівневих тестів, які об'єктивно дають змогу оцінити якість засвоєних знань та навичок [1, с. 219].

Приклади запитань, що використовуються для різнорівневих тестів у оціночно-діагностичному блоці.

Тести 1-2 рівнів:

а) альтернативні тестові завдання

1. Поглинання УЗ прямо пропорційне до вмісту білка у тканині.
2. Заломлення УЗ хвиль не спостерігається у випадку нормального падання зонduючого пучка на поверхню структури

б) Тестові завдання з множинним вибором

1. Що таке глибина напівпоглинання?
2. Які фізичні основи ехолокаційного УЗ методу діагностики органів?
3. Чому при УЗ діагностиці необхідно уникати повітряного прошарку між джерелом УЗ та ділянками тіла?
4. Поглинання ультразвуку біологічними тканинами залежить від:
5. Ефект Доплера ультразвукових хвиль використовується для визначення...

в) Тестові завдання на відповідність у вигляді комбінації цифр і літер з різними списками елементів

1. Складіть відповідність: механічні коливання та діагностичні методик.
2. В умовах цілісного організму УЗ частотою \_\_\_ проникає на глибину \_\_\_.

Тестові завдання 3 рівня

Які найменші за розмірами включення можна виявити в сечовому міхурі при ультразвуковій локації на частоті 1 МГц? Вважати швидкість ультразвуку 1500 м/сек.

**Висновки та перспективи подальших наукових досліджень.** Таким чином, кейс-метод як тактичний педагогічний інструмент відіграє стратегічну роль у підготовці компетентного фахівця і адекватно сприймається у студентському середовищі. Студенти охоче працюють у команді, більшу активність проявляють на заняттях з пошуку інформації з відкритих джерел, що сприяє формуванню відповідних компетентностей. Також необхідно зазначити підвищення зацікавленості студентів у опануванні навчального матеріалу фізико-математичного профілю, що підтверджується їх участю у дискусіях при обговоренні теми, студентських конференціях, підготовці наочних матеріалів (відео, презентації, плакати з відповідної теми). Перспективи подальших наукових досліджень полягають у дослідженні впливу методики викладання кейсів на набуття знань з відповідних дисциплін на старших курсах, а також на вибір студентами курсів за вибором та створення нових відповідних курсів для поглибленого вивчення дисципліни, що буде корисним для студентів при опануванні професії лікаря.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Андрущак, Т. Г. (2015). Особливості організації процесу фахової підготовки на основі кейс-методу. Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-методичної інтернет-конференції, присвяченої Дню заснування Черкаського медичного коледжу. Черкаси, 218–222 (Andrushchak, T. G. (2015). Features of the organization of the process of professional training on the basis of the case method. Collection of materials of the All-Ukrainian scientific-methodical Internet conference dedicated to the Foundation Day of Cherkasy Medical College. Cherkasy, 218–222.)
2. Павленко, І. А. (2016). Кейс-метод у викладанні теми «Коматозні стани». Медицина неотложных состояний, 8, 119–123 (Pavlenko, I. A. (2016). Case-method in teaching the topic "Comatose states". Emergency Medicine, 8, 119–123.)
3. Путинцев, А. Н., Алексеев, Т. В. (2016). Кейс-метод в медицинском образовании: современные программные продукты. Международный журнал прикладных и

- фундаментальных исследований, 12–9, 1655–1659 (Putintsev, A. N., Alekseev, T. V. (2016). Case method in medical education: modern software products. International Journal of Applied and Basic Research, 12–9, 1655–1659.)
4. Січкоріз, О. Є., Іванюшко, О. В., Павленко І. А. (2018). Впровадження кейс-методу при викладанні теми «Кома при цукровому діабеті» лікарям-інтернам зі спеціальності «Анестезіологія». Медична освіта, 3, 70–73 (Sichkoriz, O. Ye., Ivaniushko, O. V., Pavlenko I. A. (2018). Introduction of a case method in teaching the topic "Coma in diabetes" to interns in the specialty "Anesthesiology". Medical education, 3, 70–73).
  5. Сурмин, Ю., Сидоренко, А., Лобода, В., Фурда, А., Катерыняк, И., Меер, К. (2002). Ситуационный анализ, или Анатомия кейс-метода, ю. Сурмин (ред.). Киев: Центр инноваций и развития (Surmyn, Yu., Sydorenko, A., Loboda, V., Furda, A., Kater y niak, Y., Meer, K. (2002). Situational analysis, or the anatomy of the case method, Yu. Surmin (Ed.). Kiev: Tsentr ynnovatsyi y razvytyia).
  6. Шевченко О. П. (2009). Навчальний потенціал кейс-методу. Збірник наукових праць Бердянського державного педагогічного університету, 4, 214–218 (Shevchenko, O. P. (2009). Learning potential of the case method. Collection of scientific works of Berdyansk State Pedagogical University, 4, 214–218.)
  7. Шевченко, О. П. (2011). Педагогічні умови використання кейс-методу в процесі вивчення гуманітарних дисциплін у вищих технічних навчальних закладах (автореф. дис...канд. пед. наук: 13.00.04) Луганськ (Shevchenko, O. P. (2011). Pedagogical conditions of using the case method in the process of studying humanities in higher technical educational institutions (DSc thesis abstract). Luhansk.)
  8. Шеремета, П. М., Канищенко, Л. Г. (1999). Кейс-метод: з досвіду викладання в українській бізнес-школі. Київ: Центр інновацій та розвитку (Sheremeta, P.M., Kanishchenko, L.G. (1999). Case method: from the experience of teaching in the Ukrainian business school. Kyiv: Center for Innovation and Development)
  9. Garvin, D. A. (2003). Making the Case. Harvard Magazine, Sept.-Oct. Retrieved from: <http://harvardmagazine.com>.

**Федив В. И., Олар Е. И., Бирюкова Т. В., Кульчинский В. В., Микитюк О. Ю.**  
**Актуализация физико-математического образования при подготовке врача путем использования учебных кейсов.**

*В данной статье представлен учебный кейс, посвященный развитию компетенций врача при использовании ультразвука (УЗ) в медицине, который применяется на практическом занятии дисциплины естественнонаучного цикла «Медицинская и биологическая физика» для студентов первого года обучения по направлению подготовки «Медицина».*

*Кейс-метод ценен тем, что одновременно рассматривается конкретная практическая ситуация и происходит процесс реализации конкретных знаний. Медицинские кейсы, в отличие от экономических, педагогических и других, носят целенаправленный прикладной характер и способствуют формированию профессиональных компетентностей за счет разбора конкретной ситуации. Данный метод стимулирует активную деятельность студентов, способствует повышению мотивации к обучению, развитию самостоятельного мышления, умение прислушиваться к мнению других (то есть стимулирует командный вид деятельности), быстро реагировать на решение конкретной поставленной задачи, уменьшает количество не привлечённых к обсуждению темы конкретного занятия студентов, творчески подходить к решению проблем, готовность к действию в нестандартных условиях, является одной из важных составляющих будущей профессии.*

*Кейсы были практически апробированы и получили положительные отзывы студентов. Студенты уверены, что ими опробована модель принятия решения, которую смогут использовать в реальной жизни, что полученные знания позволят им быстрее сориентироваться в клинических случаях, которые будут рассматриваться в будущем. На*

наш взгляд, и это является предметом дальнейших научных исследований, к рассмотрению возможного клинического случая в рамках изучения клинических дисциплин на старших курсах студент-медик подходит, овладев на достаточном уровне профессиональными компетенциями в рамках изучения фундаментальных дисциплин, в перечень которых входит «Медицинская и биологическая физика». Учитывая результаты наблюдений и анализ успеваемости студентов с использованием кейсов, их применение - перспективное направление совершенствования и повышения эффективности обучения студентов-медиков за счет погружения студентов в реалии будущей профессии.

**Ключевые слова:** кейс-метод, медицинская и биологическая физика, ультразвук, студент-медик, исследования, образование, эффективность изучения.

**Fediv V. I., Olar O. I., Biriukova T. V., Mykytiuk O. Yu., Kulchynskij V. V.**  
**Actualization of physical and mathematical education in doctor training by using educational cases.**

*This article presents a case study on the development of physician competencies in the use of ultrasound (US) in medicine and which is used in the practical lesson of the discipline of natural cycle "Medical and Biological Physics" for students of the first year of training in "Medicine".*

*The case method is valuable because at the same time a specific practical situation is considered and the process of realization of specific knowledge takes place. Medical cases, in contrast to economic, pedagogical, and others, are purposefully applied and contribute to the formation of professional competencies by analyzing a specific situation. This method stimulates active activity of students, increases motivation to study, development of independent thinking, ability to listen to opinion of others (i.e. stimulates team activity), to react quickly to the decision of the concrete task, reduces quantity of students not involved in discussion of a subject of concrete employment, creative approach to solve problems, readiness to act in non-standard conditions, which is one of the important components of the future profession. It is important for medical students to learn to think outside the box, to act, to skillfully operate with the acquired knowledge.*

*The cases were practically tested and received positive feedback from students. Students are confident that they have experienced a decision-making model that they can use in real life that the knowledge gained will allow them to navigate more quickly in clinical cases that will be considered in the future. In our opinion, this is the subject of further scientific research, to consider a possible clinical case in the study of clinical disciplines in senior courses, medical student approaches having mastered a sufficient level of professional competencies in the study of fundamental disciplines, which includes "Medical and Biological Physics". Given the results of observations and analysis of student performance using cases, their application is a promising area for improving and enhancing the effectiveness of teaching medical students by immersing students in the realities of the future profession.*

**Key words:** case method, medical and biological physics, ultrasound, medical student, research, education, learning efficiency.