



Надійшла до редакції 02 травня 2025р.
Прийнята до друку 21 травня 2025р.
Опубліковано на сайті 17 грудня 2025р.

УДК 53-021.414:37:614.253.5

DOI: [10.24061/3083-5887.j.nmsmme.2025.3.III.1](https://doi.org/10.24061/3083-5887.j.nmsmme.2025.3.III.1)

Роль фізики в освіті і практичній діяльності медичних сестер

Орися Микитюк¹

 [0000-0001-9365-4836](https://orcid.org/0000-0001-9365-4836) @mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

Ольга Слипанюк²

 [0000-0002-6414-2636](https://orcid.org/0000-0002-6414-2636) @olga.slipanyuk@pnu.edu.ua

¹Буковинський державний медичний університет, Чернівці, Україна

²Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Івано-Франківськ, Україна

Ключові слова:

медсестринство,
медична фізика,
медична апаратура,
медичні пристрої.

Анотація

Стаття присвячена ролі фізики в освіті і практичній діяльності медсестер. Метою даної статті є розгляд важливості фізичних знань у професійній діяльності медичної сестри та розвиток їх впливу в історичному аспекті для підвищення мотивації вивчення дисципліни природничого профілю - «Основи біологічної фізики та медичної апаратури». Звернено увагу на універсальність функціональних обов'язків медсестер, включно з організацією санітарно-просвітницької роз'яснювальної роботи та дотримання санітарно-гігієнічних норм, що передбачає знання і розуміння впливу преформованих/техногенних чинників на здоров'я людини. В історичному аспекті починаючи з початку ХХ століття відображено вплив розвитку фізики на освітній процес для медсестер і їх професійну діяльність по догляду за хворими та надання їм допомоги з метою збереження фізичного стану людини і відновлення втраченого здоров'я. Показано необхідність знань з «Основ біологічної фізики та медичної апаратури» для якісного виконання функціональних обов'язків медсестер. Продемонстровано на окремих прикладах, як знання законів фізики допомагають медичним сестрам у їх практичній діяльності для покращення догляду за хворими. Окреслено завдання для викладачів природничих дисциплін у підготовці здобувачів медсестринської освіти. Запропоновано рекомендації щодо розгляду (перегляду) та внесення в навчальну програму з дисципліни «Основи біологічної фізики та медичної апаратури» тематичних напрямків, які максимально наближені до професійної діяльності медичної сестри.

Цитування:

Микинюк О, Слипанюк О. Роль фізики в освіті і практичній діяльності медичних сестер. *Природничі, математичні науки та освіта в медицині* 2 (3) 2025 23-30

DOI: [10.24061/3083-5887.j.nmsmme.2025.3.III.1](https://doi.org/10.24061/3083-5887.j.nmsmme.2025.3.III.1)



The role of physics in the education and practice of nurses

Orysia Mykytiuk¹

 [0000-0001-9365-4836](https://orcid.org/0000-0001-9365-4836) @:mykytyuk.orusia@bsmu.edu.ua

Olga Slypaniuk²

 [0000-0002-6414-2636](https://orcid.org/0000-0002-6414-2636) @:olga.slipanyuk@pnu.edu.ua

¹Bukovinian State Medical University, Chernivtsi, Ukraine

²Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, Ivano-Frankivsc, Ukraine

Keywords:

nursing,
medical physics,
medical equipment,
medical devices

Abstract

The article is dedicated to the role of physics in the education and practical work of nurses. The aim of this article is to examine the importance of physical knowledge in the professional activities of nurses and to trace its historical influence in order to enhance motivation for studying the natural science discipline "Fundamentals of Biological Physics and Medical Equipment". Attention is drawn to the versatility of nurses' functional responsibilities, including the organization of sanitary and educational outreach work and adherence to sanitary and hygienic standards, which require knowledge and understanding of the effects of preformed/technogenic factors on human health. From a historical perspective, beginning in the early 20th century, the article reflects the influence of physics on the educational process for nurses and their professional duties in patient care and assistance, aimed at maintaining physical well-being and restoring lost health. The necessity of knowledge in "Fundamentals of Biological Physics and Medical Equipment" for the effective performance of nurses' functional responsibilities is demonstrated. Specific examples illustrate how knowledge of physical laws assists nurses in their practical work to improve patient care. Tasks are outlined for instructors of natural science disciplines in preparing future nursing professionals. Recommendations are proposed for reviewing and updating the curriculum of the discipline "Fundamentals of Biological Physics and Medical Equipment" by including thematic areas that are closely aligned with the professional activities of nurses.

Зміст

Вступ	24
Основна частина	25
Висновки	28
Список використаних джерел	28

Перелік скорочень:

MPT - магнітно-резонансна томографія

STEM, CTEM - Science, Technology, Engineering and Mathematic

ЗВО - заклад вищої освіти

Вступ

У різні періоди становлення медсестринської освіти відбувалося удосконалення змісту і наповнення окремих навчальних дисциплін, у тому числі змі-

Розділ 3. Природничі та математичні дисципліни в медичній освіті
Section 3. Natural and mathematical disciplines in medical education

нювалося і розуміння ролі фізики для підготовки медсестри, здатної надавати кваліфікований догляд пацієнтам. Ефективна робота медсестри передбачає розуміння принципів роботи медичного обладнання, його безпечного використання при взаємодії з пацієнтом, принципи обміну інформацією тощо. У цьому медсестрам має допомагати вивчення дисципліни «Основи біологічної фізики та

медична апаратура». Для високого рівня засвоєння основ біофізики та медичної апаратури студенти повинні також володіти певним рівнем математичних знань [1]. Адже саме фізика та математика є засобами розвитку логічного мислення, навчають аналізувати отримані результати та встановлювати причинно-наслідкові зв'язки процесів та явищ у живій системі.

Мета

Відобразити значущу роль фізичних знань у професійній діяльності медичної сестри та розвиток їх впливу в історичному аспекті для підвищення мотивації вивчення «Основ біологічної фізики та медичної апаратури», які є невід'ємною складовою підготовки кваліфікованих професійних медичних сестер

Основна частина

Коли Фейнмана, відомого американського фізика, запитали про п'ять найважливіших цінностей, які пропонує здобувачам освіти вивчення фізики, він перерахував наступне [2]:

- заміна марновірства науковою правдою;
- безпосередня корисність фізики у фізичному та біологічному світі;
- дисципліна об'єктивного спостереження;
- звичка вирішувати проблеми;
- заміна суб'єктивного, упередженого мислення науковим мисленням.

Хоча це важливі активи для будь-якого здобувача освіти, вони мають особливу цінність для тих, хто здобуває фах медсестри.

Медсестри часто є першою точкою контакту для пацієнтів і невід'ємною частиною мультидисциплінарних команд. Сестринська справа є єдиною професією, яка взаємодіє з пацієнтами в усіх вимірах їх догляду. У своїй професійній діяльності медсестра використовує різноманітну медичну апаратуру діагностичного і лікувального призначення, в основі роботи якої закладені певні фізичні принципи та закономірності.

З давніх часів, коли релігія і наука перепліталися, людство намагалося ви-

лікувати ті захворювання, якими страждають люди і тварини. У міру розвитку наукового розуміння медична практика еволюціонувала від грубих методів до складних наукових методологій. Виникнення в XIX столітті бактеріології, патології та імунології перетворило медицину в точну науку. Відкриття рентгенівських променів у 1895 році поклало початок значної інтеграції фізики в медичну діагностику та лікування. Подальший прогрес у фізиці впродовж XX-го століття призвів до розвитку різноманітних технологій, пов'язаних зі здоров'ям, таких як термографія, ендоскопія, ультразвукове дослідження, томографія, лазерні технології, МРТ, технології, які використовують іонізуючі випромінювання та ін. Ці інновації здійснили революцію в процедурах обстеження та лікування, підвищивши їх точність і безпеку. У той час як вчені-медики зосереджуються на біологічних і хімічних аспектах здоров'я, зростає значення фізики в обстеженнях і лікуванні вимагає підготовки та вивчення медичними працівниками відповідних фізичних принципів [3], що дозволяє підвищити рівень професійного догляду, який здійснюють медичні сестри.

Розглянемо, як наукові відкриття і

Розділ 3. Природничі та математичні дисципліни в медичній освіті
Section 3. Natural and mathematical disciplines in medical education

технічні досягнення впливали на освіту медичних сестер впродовж ХХ століття. На початку створення системного навчання для медсестер в США вважалася достатньою така кількість фізичних і хімічних знань, яка необхідна для обґрунтування різних дій, котрі відбуваються під час процедур очищення, дезінфекції, приготування їжі, травлення та обміну речовин. Проте підручник з фізики і хімії, виданий у 1916 році, вже мав чотири розділи, присвячені знанням з фізики [4]. У той час медсестри в першому розділі вивчали загальні фізичні поняття, а саме: матерія, наука, фізика, об'єм, маса, атом, молекула, стани матерії, сила, енергія, робота, гравітація, вага, атмосфера, барометр, властивості твердих тіл, особливі властивості рідин, капілярність, когезія, адгезія, дифузія, фільтрація, а також настій і відвар. Другий розділ містив вчення про теплові явища і процеси: термометр, калориметрія, плавлення, запалювання, прожарювання, карбонізація та ін., а також знання про світло: дзеркала, зображення, заломлення, призми, лінзи, колір, призматичний спектр, камера, око. У третьому розділі представлені магнетизм і електрика, а саме: магніти, морський компас, гальванічний елемент, провідники, непровідники, батарея, напруга, струм, опір, катодне випромінювання, рентгенівське випромінювання, електрична дуга. Четвертий розділ – акустика, в якому йшлося про передачу коливань, ехо-резонансний музичний звук, вухо.

Базові знання тих часів давали можливість проведення подальших наукових досліджень у галузі фізики, які зробили можливим пояснювати біофізичні процеси в організмі людини, що мало практичне значення для медицини. Зокрема, у 20-х роках ХХ століття важливість фізики в «електрології та радіології» (термінологія того часу) [5] усвідомлюється настільки, що це усвідомлення супроводжується практичними діями. У деяких

лікарнях до відділів, які займаються питаннями електролікування, призначили фізиків. Фізика електрики та випромінювання, а також електротехніка стають обов'язковими частинами іспиту для отримання диплома з медичної радіології та електрології, заснованого Кембриджським університетом. До цього, зокрема, призвела ситуація з практики, коли пропускаючи діатермічний струм через кінцівки розраховували прогріти нервовий стовбур, але не отримували бажаного результату. Допомога фізиків змогла пояснити шляхи проходження струмів в організмі людини і залежність кількості виділеного тепла від опору провідника – нерви мають малий поперечний переріз і тому володіють значним опором для проходження струму. Медична електрика набуває все більшого поширення і зокрема починає використовуватися для лікування паралічу шляхом подразнення м'язів електрикою і цим спонукати їх до скорочення. Видатний французький фізіолог Лап'єк показав метод, за допомогою якого можна уникнути труднощів і помилок, які виникають через зміну опору шкіри, розміщення і використання електродів, невизначеності швидкості скорочення досліджуваного м'яза тощо. Параметр «хронаксія», який він описав, об'єктивізував обстеження м'язів та нервів та сприяв уникненню помилок щодо лікування. Дослідження Ледюка щодо міграції іонів виявилися надзвичайно цінними та стали віхою в історії медицини і започаткували лікування постійним струмом.

Слід відмітити, що результати отримані у фізіологічних дослідженнях та клінічній практиці того часу, в подальшому відображалися в навчальних програмах підготовки медсестер.

Незважаючи на вище сказане в середині ХХ століття в США було констатовано, що на жаль, багатьом дипломованим медсестрам не вистачає знань з фізики, оскільки її викладають у відносно неба-

Розділ 3. Природничі та математичні дисципліни в медичній освіті
Section 3. Natural and mathematical disciplines in medical education

гатьох школах медсестер, хоча кілька лікарень дійсно читають лекції з фізики в рамках програми навчання персоналу, а кілька коледжів і університетів із встановленими програмами навчання медсестер пропонують курси з прикладної фізики у медицині [6]. Тоді прийшло усвідомлення, що знання прикладної фізики сприяє зростанню професійності медсестер.

Таким чином, вимоги до освіти медичної сестри та її професійних навиків з розвитком медицини постійно змінюються. Проте, в цілому, до 70-х років минулого століття в багатьох країнах, зокрема в Італії, підготовка студентів сильно відрізнялася від сучасної [7]. У процесі еволюції професії виявилось, що сестринська справа належить до наукової, технологічної, інженерної та математичної дисципліни (STEM) [8]. Тому медсестри повинні не лише вивчати догляд за пацієнтами, але й науковий підхід [9], математику [10], статистику, фізику, біологію та використання технологічних інструментів, які все частіше використовуються в охороні здоров'я [11-14]. Ці знання підвищують професійність спеціаліста у медсестринській практиці. Передбачається, що «мережі, структури та телемедицина для місцевої медичної допомоги» будуть реформовані в наступні роки, і надання допомоги буде посилено, а також вищого рівня сягне навчання та якість людського капіталу [15]. Медсестра розглядатиметься як «керівник випадку», який об'єднує всі шляхи діагностики та догляду в «будинках здоров'я» або «будинках громади». Однак хоча наразі існує багато досліджень щодо того, як навчити нових технологій [16] нових студентів, все ще бракує уваги до знань з медичної фізики. У навчальну програму для медсестри у сучасному медичному ЗВО доцільно включати вивчення механічних коливань і хвиль (звуки, інфразвук, ультразвук), динаміку рідин, термодинаміку, електричні властивості тканин організму, методи

високочастотної терапії, оптику, рентгівське і радіоактивне випромінювання, елементи квантової механіки тощо [17].

Повсякденна практика у діяльності медсестри передбачає використання знань отриманих при засвоєнні дисципліни «Основи біологічної фізики та медична апаратура», які не є достатньою умовою, але, безперечно, є необхідною умовою, зокрема:

1) В'язкість та поверхневий натяг – використання дезінфікуючих засобів, використання перев'язочних матеріалів, здійснення внутрішньом'язових та внутрішньовенних ін'єкцій, вимірювання артеріального тиску тощо.

2) Датчики – кваліфіковане використання різноманітних датчиків та накладання електродів при обстеженні пацієнтів;

3) Постійні, змінні та імпульсні струми – кваліфіковане застосування таких процедур та методів дослідження, як гальванізація, лікувальний та діагностичних електрофорез, електростимулюючі методики тощо.

4) Фізичні основи ультразвуку, ультрафіолету та ін. – кваліфіковане застосування цих явищ для дезінфекції та стерилізації з дотриманням правил техніки безпеки.

5) Одиниці вимірювання фізичних величин та їх коефіцієнти перетворення, дії з пропорціями (напр., для приготування розчинів, розрахунку доз), оцінка життєвих показників, основи складання та інтерпретації графіків (діаграм) при аналізі результатів досліджень (напр., температури, тиску, пульсу) чи звітів.

Медичні пристрої, що використовуються в охороні здоров'я, впливають на фізіологію людини, тому потребують попередньої оцінки ризику при використанні в конкретному випадку. Біомедичні принципи високого рівня забезпечують безпечне використання пристроїв, від простих термометрів до

Розділ 3. Природничі та математичні дисципліни в медичній освіті
Section 3. Natural and mathematical disciplines in medical education

складних МРТ. Тому безперервна освіта з фізики має важливе значення для медсестер і сприяє ефективній комунікації і плідній співпраці з медичними фізиками, біомедичними інженерами та виробниками медичних пристроїв і апаратів [18].

Турботі про пацієнта належить першорядне значення в охороні здоров'я, вона вимагає цілісного підходу, який поєднує фізичні, емоційні та психологічні елементи. Це зобов'язує до міждисциплінарної співпраці між усіма медичними працівниками і представниками інших професій, кожен із яких застосовує свій досвід у межах своєї сфери діяльності. Багато дисциплін об'єднуються, щоб забезпечити догляд за пацієнтами, серед яких сестринська справа є ядром. Однак успіх догляду залежить від того, наскільки ефективно ці професії співпрацюють. Це окреслює основні елементи співпраці, зокрема з точки зору вивчення медичної та біологічної фізики, основ медичної апаратури.

Коли викладачі природничих наук навчають медсестер, їх основною метою має бути допомогти розвинути у таких здобувачів освіти розуміння їхнього професійного світу. Вивчаючи уявлення дипломованих медсестер про фізич-

ну науку, яка лежить в основі їхньої клінічної практики, виявили, що розуміння медсестрами фізичних наук є не зовсім адекватним з точки зору компетенцій, які вимагаються від них як медсестер [19]. Тому вище зазначена відповідність тем з медичної і біологічної фізики та функціональними обов'язками медсестри пропонується до впровадження.

Однією з важливих функцій медсестри є організація санітарно-просвітницької роз'яснювальної роботи та дотримання санітарно-гігієнічних норм особистого життя та праці. А також медсестри повинні відігравати важливу роль у протиставленні переконань, фейкових новин та оманливій рекламі, які все більше поширюються серед населення, в тому числі у сфері охорони здоров'я [18]. Тобто медсестри повинні «замінювати марновірства науковою правдою» (Фейнман), а для цього необхідно в навчальному процесі використовувати наукову основу природничих наук в цілому, і фізики за професійним спрямуванням, зокрема.

Медсестри повинні пам'ятати, що технологія – це інструмент, і вона ніколи не повинна замінювати людський зв'язок і співчуття, які є основою сестринської справи.

Висновки

Медсестра – це універсальна професія у сфері охорони здоров'я, у якій знання з медичної та біологічної фізики, основ медичної апаратури використовуються щодня. Вміння працювати в команді з медичними фізиками, техніками також є значущим фактором для досягнення результату у догляді за пацієнта-

ми. Тому цілеспрямоване вивчення фізичних принципів, що лежать в основі діагностичних вимірювань, процедур і технік, в поєднанні з фізіологією та знаннями сестринської справи, є дуже важливим для успішного виконання медсестрами своїх професійних обов'язків.

Список використаних джерел

1. Федів В., Микитюк О., Олар О., Бірюкова Т. Вивчення фізики і математики в середній школі як передумова успішного опанування професії лікаря. Гірська школа Українських Карпат. [Інтернет]. 27 листоп. 2018 [цитовано 5 лют. 2025];(19):62-5. Доступно на: <https://doi.org/10.15330/msuc.2018.19.62-65>.
2. Feynman RP. The meaning of it all: Thoughts of a citizen scientist. Basic Books; 1998. 133 c.
3. Ibbott GS, Chougule A, Damilakis J, Tabakov S, Wu RK, Orton CG, Kron T. Medical physicist certification and training program accreditation. Health Technol [Інтернет]. 29 квіт. 2022 [цитовано 4 гру. 2024]. Доступно на: <https://doi.org/10.1007/s12553-022-00666-7>
4. Cameron, M. E. R.N.; Pope, Amy Elizabeth. Physics And Chemistry For Nurses. AJN, American Journal of Nursing. 17(1): p 93, October 1916.

Розділ 3. Природничі та математичні дисципліни в медичній освіті
Section 3. Natural and mathematical disciplines in medical education

4. Cumberbatch EP. The Importance of Physics, Anatomy and Physiology, for the Practice and Progress of Electricity and Radiology. *Proc R Soc Med* [Інтернет]. Берез. 1922 [цитовано 4 гру. 2024];15(Electro_Ther):1-6. Доступно на: <https://doi.org/10.1177/003591572201500401>
5. Hessel H. Flitter. Physics: And Pressure: Its Meaning and Applications in Nursing. *The American Journal of Nursing* [Internet]. 1948 [цитовано 4 гру. 2024]; 48(1):3-7. Available from: <https://www.jstor.org/stable/3457983>. DOI: 10.2307/3457983
6. Stura, I., Guiot, C. Nurses and Medical Physics: an observational study on the knowledge of the physical basis of Medical Devices. *Journal of Biomedical Practitioners* [Internet]. 2023 [цитовано 4 гру. 2024]; 7(2). Available from: <https://ojs.unito.it/index.php/jbp/article/view/9114> DOI: 10.13135/2532-7925/9114
7. C. Green and L. John. Should nursing be considered a STEM profession?. *Nurs Forum*, [Internet]. 2020 [цитовано 4 гру. 2024]; 55 (2): 205–210. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31800109/>. DOI: 10.1111/nuf.12417
8. J. Profetto-McGrath, Critical Thinking and Evidence-Based Practice. *Journal of Professional Nursing* [Internet]. 2005 [цитовано 4 гру. 2024]; 21(6): 364–371. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16311232/>. DOI: 10.1016/j.profnurs.2005.10.002
9. S. M. Hunter Revell and M. K. McCurry. Effective pedagogies for teaching math to nursing students: a literature review. *Nurse Educ Today*. [Internet]. Nov. 2013 [цитовано 4 гру. 2024]; 33(11): 1352–1356. Available from: DOI: 10.1016/j.nedt.2012.07.014
10. C.-Y. Chang, H.-J. Jen, and W.-S. Su. Trends in artificial intelligence in nursing: Impacts on nursing management. *J Nurs Manag*. [Internet]. Nov. 2022 [цитовано 4 гру. 2024]; 30(8): 3644–3653. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35970485/>. DOI:10.1111/jonm.13770.
11. E. S. Mousavinasab, S. Rostam Niakan Kalhori, N. Zarifsanaiy, M. Rakhshan, and M. Ghazisaeedi. Nursing process education: A review of methods and characteristics. *Nurse Educ Pract*. [Internet]. Oct. 2020 [цитовано 4 гру. 2024]; 48: 102886. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32961511/>. DOI: 10.1016/j.nepr.2020.102886.
12. Davis EM, Feinsmith S, Amick AE, Sell J, McDonald V, Trinquero P, Moore A, Gappmaier V, Colton K, Cunningham A, Ford W, Feinglass J, Barsuk JH. Difficult intravenous access in the emergency department: Performance and impact of ultrasound-guided IV insertion performed by nurses. *Am J Emerg Med* [Інтернет]. Листопа. 2020 [цитовано 4 гру. 2024]. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.11.013>
13. Galen B, Baron S, Young S, Hall A, Berger-Spivack L, Southern W. Reducing peripherally inserted central catheters and midline catheters by training nurses in ultrasound-guided peripheral intravenous catheter placement. *BMJ Qual Amp Saf* [Інтернет]. 3 жовт. 2019 [цитовано 4 гру. 2024];29(3):245-9. Доступно на: <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2019-009923> DOI: 10.1136/bmjqs-2019-009923.
14. Forni L. Il modello italiano per la salute, tra crisi economica, scarsità delle risorse e crisi dei diritti. Un'analisi teorico-giuridica. *RIV TRIMEST SCI DELL'AMMINISTRAZIONE* [Інтернет]. Січ. 2016 [цитовано 4 гру. 2024];(4):43-62. Доступно на: <https://doi.org/10.3280/sa2015-004002>
15. Meum TT, Koch TB, Briseid HS, Vabo GL, Rabben J. Perceptions of digital technology in nursing education: A qualitative study. *Nurse Educ Pract* [Інтернет]. Лип. 2021 [цитовано 4 гру. 2024];54:103136. Доступно на: <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2021.103136>
16. Mastrofini E. Competenze e regole per valorizzare le nuove professioni. *PROJMANAG(IL)* [Інтернет]. Черв. 2012 [цитовано 4 гру. 2024];(10):12-4. Доступно на: <https://doi.org/10.3280/pm2012-010004>
17. Hastings J. Modern nursing and modern physics: does quantum theory contain useful insights for nursing practice and healthcare management? *Nurs Philos* [Інтернет]. Жовт. 2002 [цитовано 4 гру. 2024];3(3):205-12. Доступно на: <https://doi.org/10.1046/j.1466-769x.2002.00108.x>
18. Wilkes LM, Batts JE. Nurses' understanding of physical science in nursing practice. *Nurse Educ Today* [Інтернет]. Лют. 1998 [цитовано 4 гру. 2024];18(2):125-32. Доступно на: [https://doi.org/10.1016/s0260-6917\(98\)80016-6](https://doi.org/10.1016/s0260-6917(98)80016-6)
19. Bianchi M, Bagnasco A, Bressan V, Barisone M, Timmins F, Rossi S, Pellegrini R, Aleo G, Sasso L. A review of the role of nurse leadership in promoting and sustaining evidence-based practice. *J Nurs Manag* [Інтернет]. 10 верес. 2018 [цитовано 4 гру. 2024];26(8):918-32. Доступно на: <https://doi.org/10.1111/jonm.12638>

References

1. Fediv V, Mykytiuk O, Olar O, Biriukova T. Vyvchennya fizyky i matematyky v seredniy shkoli yak peredumova uspishnoho opanuvannya profesii likarya. *Mt Sch Ukr Carpaty* [Internet]. 27 lystop. 2018 [Cited Feb 4. 2025];(19):62-5.[Ukrainian] Available at: <https://science.bsmu.edu.ua/>
2. Feynman RP. The meaning of it all: Thoughts of a citizen scientist. Basic Books; 1998. 133 p.
3. Ibbott GS, Chougule A, Damilakis J, Tabakov S, Wu RK, Orton CG, Kron T. Medical physicist certification <https://doi.org/10.15330/msuc.2018.19.62-65>

Розділ 3. Природничі та математичні дисципліни в медичній освіті
Section 3. Natural and mathematical disciplines in medical education

- and training program accreditation. Health Technol [Internet]. April 29 2022 [cited Dec 5 2024]. Available at: <https://doi.org/10.1007/s12553-022-00666-7>
4. Cameron, M.E.R.N.; Pope, Amy Elizabeth. Physics And Chemistry For Nurses. AJN, American Journal of Nursing. 17(1): p 93, October 1916.
 5. Cumberbatch EP. The Importance of Physics, Anatomy and Physiology, for the Practice and Progress of Electricity and Radiology. Proc R Soc Med [Internet]. Birch 1922 [cited Dec 5. 2024]; 15(Electro_Ther):1-6. Available at: <https://doi.org/10.1177/003591572201500401>
 6. Hessel H. Flitter. Physics: And Pressure: Its Meaning and Applications in Nursing. The American Journal of Nursing [Internet]. 1948 [cited Dec 4. 2024]; 48(1):3-7. Available from: <https://www.jstor.org/stable/3457983> . DOI: 10.2307/3457983
 7. Stura, I., Guiot, C. Nurses and Medical Physics: an observational study on the knowledge of the physical basis of Medical Devices. Journal of Biomedical Practitioners [Internet]. 2023. [cited Dec 4. 2024]; 7(2). Available from: <https://ojs.unito.it/index.php/jbp/article/view/9114> DOI: 10.13135/2532-7925/9114
 8. Green and L. John. Should nursing be considered a STEM profession?. Nurse Forum, [Internet]. 2020 [cited Dec 4 2024]; 55 (2): 205–210. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31800109/>. DOI: 10.1111/nuf.12417
 9. J. Profetto-McGrath, Critical Thinking and Evidence-Based Practice. Journal of Professional Nursing [Internet]. 2005 [cited Dec 4 2024]; 21(6): 364–371. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16311232/> . DOI: 10.1016/j.profnurs.2005.10.002
 10. S. M. Hunter Revell and M. K. McCurry. Effective pedagogies for teaching math to nursing students: a literature review. Nurse Educ Today. [Internet]. November 2013 [cited Dec 4 2024]; 33(11): 1352–1356. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2012.07.014>
 11. C.-Y. Chang, H.-J. Jen, and W.-S. Su. Trends in artificial intelligence in nursing: Impacts on nursing management. J Nurs Manag. [Internet]. November 2022 [cited Dec 4 2024]; 30(8): 3644–3653. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35970485/>. DOI: 10.1111/jonm.13770
 12. E. S. Mousavinasab, S. Rostam Niakan Kalhori, N. Zarifsanaiey, M. Rakhshan, and M. Ghazisaeedi. Nursing process education: A review of methods and characteristics. Nurse Educ Pract. [Internet]. October 2020 [cited Dec 4 2024]; 48: 102886. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32961511/>. DOI: 10.1016/j.nepr.2020.102886
 13. Davis EM, Feinsmith S, Amick AE, Sell J, McDonald V, Trinquero P, Moore A, Gappmaier V, Colton K, Cunningham A, Ford W, Feinglass J, Barsuk JH. Difficult intravenous access in the emergency department: Performance and impact of ultrasound-guided IV insertion performed by nurses. Am J Emerg Med [Internet]. November 2020 [cited Dec 4 2024]. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.11.013>
 14. Galen B, Baron S, Young S, Hall A, Berger-Spivack L, Southern W. Reducing peripherally inserted central catheters and midline catheters by training nurses in ultrasound-guided peripheral intravenous catheter placement. BMJ Qual Amp Saf [Internet]. October 3 2019 [cited Dec 4 2024]; 29(3):245-9. Available at: <https://doi.org/10.1136/bmjqs-2019-009923> .
 15. Forni L. Il modello italiano per la salute, tra crisi economica, scarsità delle risorse e crisi dei diritti. Un'analisi teorico-juridica. Riv trimest sci dell'amministrazione [Internet]. Jan. 2016 [cited Dec 4 2024];(4):43-62. Available at: <https://doi.org/10.3280/sa2015-004002>
 16. Meum TT, Koch TB, Briseid HS, Vabo GL, Rabben J. Perceptions of digital technology in nursing education: A qualitative study. Nurse Educ Pract [Internet]. Jul. 2021 [cited Dec 4 2024];54:103136. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2021.103136>
 17. Mastrofini E. Competenze e regole per valorizzare le nuove professioni. PROJ MANAG (IL) [Internet]. Jun. 2012 [cited Dec 4 2024];(10):12-4. Available at: <https://doi.org/10.3280/pm2012-010004>
 18. Bianchi M, Bagnasco A, Bressan V, Barisone M, Timmins F, Rossi S, Pellegrini R, Aleo G, Sasso L. A review of the role of nurse leadership in promoting and sustaining evidence-based practice. J Nurs Manag [Internet]. September 10 2018 [cited Dec 4 2024]; 26(8):918-32. Available at: <https://doi.org/10.1111/jonm.12638>
 19. Wilkes LM, Batts JE. Nurses' understanding of physical science in nursing practice. Nurse Educ Today [Internet]. Feb. 1998 [cited Dec 4 2024];18(2):125-32. Available at: [https://doi.org/10.1016/s0260-6917\(98\)80016-6](https://doi.org/10.1016/s0260-6917(98)80016-6)