

УДК 378.147: 577.3

DOI 10.31494/2412-9208-2020-1-1-95-103

**ANALYSIS OF MODERN PROBLEMS TRAINING OF BIOPHYSICS  
AT MEDICAL UNIVERSITY**

**АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПРОБЛЕМ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ БІОФІЗИКИ  
В МЕДИЧНИХ ЗВО**

**Tetyana STROGONOVA,**

**Тетяна СТРОГОНОВА,**

Candidate of Economical Sciences,  
Associate Professor

кандидат економічних наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0001-5510-2176>

strogonova@meta.ua

Zaporizhzhya State medical  
University

Запорізький державний медичний  
університет

✉ 26 Maiakovskiyi avenue,  
Zaporizhzhya, 69035

✉ пр. Маяковського 26,  
Запоріжжя, 69035

**Natalia STUCHINSKAYA,**

**Наталія СТУЧИНСЬКА,**

Doctor of Pedagogical Sciences,  
Professor

доктор педагогічних наук,  
професор

<https://orcid.org/0000-0002-5583-899X>

nvstuchynska@gmail.com

Bogomolets National Medical  
University

Національний медичний  
університет імені

О.О. Богомольця

✉ 34 Peremogi Av., Kyiv, 01601

✉ пр. Перемоги, 34, Київ, 01601

Original manuscript received: January 17, 2020

Revised manuscript accepted: February 11, 2020

**ABSTRACT**

*The article discusses some methodological problems of teaching biophysics that arise in the implementation of the main principles of training: the content complexity of the interdisciplinary links of biophysics with other subjects, their distribution in time; limited learning and accessibility due to objective factors. Ways to improve teaching methods that are aimed at organizing students' independent work and enhancing students' creative activity.*

*The authors study didactical concept and methodology, which were proposed by Ukrainian researchers in the pedagogical field over last years; analysed interdisciplinary relationships of biophysics with another subject matters studying at the medical university; the papers, studies and transactions were examined.*

*It was estimated that course of biophysics should be based on the relation with, first of all, physiology (normal and pathological), clinical and pathological anatomy, biological chemistry, organic chemistry, physical chemistry, pharmacology, molecular biology and genetics, instrumental methods of functional diagnostics, special medical disciplines (cardiology, therapy, therapy), oncology and so on. Thus methodology of course has to elicit content of course based on relation with the mentioned above matters.*

*The main types of the interdisciplinary relations that need to help to students discover the heart of the problem of biological and medical phenomena, based on a holistic, scientific, realistic view of the world were evaluated. This knowledge should be*

*the basis of clinical thinking of the doctor. It will allow them to better understand the patterns of work of the body in the norm and pathology.*

*It was investigated association of biophysics and mathematics. The authors emphasize that courses of biophysics, knowledge of laws, laws, appearances are often enough to become complicated by mathematical difficulties, so as to require a rogue logical and critical knowledge, knowledge and knowledge of the exact sciences. The authors suggest the basic mathematical competencies, what students required for the successful education.*

**Key words:** *biophysics, higher mathematics, medical university, quality of teaching, teaching methods, problems of teaching, principles of learning*

У системі природничих дисциплін, що вивчаються в медичному ЗВО, біофізиці належить особливе місце. Вона є своєрідним "містком" між фізико-математичними, біологічними та клінічними дисциплінами, узагальнюючи знання точних наук і створюючи базу для опанування низкою професійно орієнтованих та фахових дисциплін, що складають основу професійної підготовки майбутнього лікаря.

Методика навчання фізико-математичних дисциплін, що має давні традиції й довела свою ефективність упродовж майже столітньої історії завдяки внеску відомих вітчизняних дидактів: С. Гончаренко, І. Горбачук, О. Ляшенко, М. Шут, М. Садовий, З. Слєпкань, В. Сергієнко та інші. У той же час методика викладання біофізики, яка по суті є фізикою "живих систем", відрізняється своїми особливостями й потребує розроблення власної методичної системи. Насамперед, біофізика є інтегрованою дисципліною, оскільки багато фізичних процесів протікають в організмі у своєрідних умовах, які відсутні в неживій природі і мають ряд закономірностей, вимагаючи знань з суміжних галузей. Методичні проблеми навчання біофізики в медичних ЗВО вивчалися відомими українськими ученими П. Костоюком, В. Зимюю, В. Тіманюком; О. Животовою, Л. Ємчик, Я. Кміт, О. Чалим, Н. Стучинською, Е. Личковським, Я. Цехмістером та іншими.

Стрімкий розвиток важливих для клінічної медицини розділів біофізики зумовлює постійне поповнення змісту навчальної програми і, як наслідок, складнощі в засвоєнні програмового матеріалу студентами-першокурсниками, що, у свою чергу, актуалізує проблему вдосконалення методики навчання біофізики в змістовому (оновлення наукових фактів, теорій, концепцій, структурування навчального матеріалу), процесуально-діяльнісному та організаційно-методичному аспектах.

**Метою** цієї статті є аналіз актуальних проблем методики навчання біофізики в медичних ЗВО на сучасному етапі задля розроблення системи ефективних заходів.

У традиції національної педагогічної школи визначені базові дидактичні принципи, на яких ґрунтується методика навчання фізики в ЗСО та ЗВО (Баранов, 1975): зв'язки фізики з іншими навчальними дисциплінами; науковості, систематичності й послідовності; наочності й доступності; поетапності й варіативності вивчення; свідомості й творчої активності студентів, переходу від навчання до самоосвіти.

Розглянемо, як реалізуються ці принципи в процесі навчання біофізики в медичному ЗВО.

1. *Зв'язок біофізики з іншими навчальними дисциплінами.* Як відзначалося вище, біофізика сама по собі є пограничною, міждисциплінарною наукою, що розвинулася з різних розділів фізики, хімії і біології і пов'язана з ними системою міждисциплінарних зв'язків. При вивченні багатьох тем з курсу біофізики для студентів лікувального факультету медичного ЗВО зрозуміло, що межі між дисциплінами є умовними. Визначення міждисциплінарних зв'язків допоможе з'ясувати, які теми спричиняють найбільші труднощі в студентів та якими засобами можна скоригувати наявні в методиці навчання проблеми.

Для встановлення міждисциплінарних зв'язків нами були проаналізовані теми заняття модуля "Біологічна фізика" курсу медичної та біологічної фізики для студентів лікувального факультету (Чалий О.В, 2013) і виокремлені загальні поняття та закони, якими біофізика пов'язана з іншими дисциплінами, що вивчаються в медичному ЗВО. До таких дисциплін мають бути насамперед віднесені: фізіологія (нормальна і патологічна), клінічна і патологічна анатомія, біологічна хімія, органічна хімія, фізична хімія, фармакологія, молекулярна біологія і генетика, інструментальні методи функціональної діагностики, спеціальні медичні дисципліни (кардіологія, терапія, фтизіатрія, онкологія і так далі) (табл. 1).

Таблиця 1

**Зв'язки між біофізикою і іншими предметами в медичному ВНЗ**

Тема заняття	Зв'язки з дисциплінами
механічні коливання, хвилі акустика, ультразвук	анатомія, фізіологія, функціональна діагностика, отоларингологія, терапія
основи гемодинаміки	анатомія, фізіологія, функціональна діагностика, терапія, кардіологія
термодинаміка	фізіологія, фізична хімія, біохімія, молекулярна біологія
будова біомембран і транспорт речовин через мембрану	фізіологія, біохімія, гістологія, молекулярна біологія, органічна хімія, фармакологія, онкологія
потенціал спокою і потенціал дії	фізіологія, біохімія, гістологія, молекулярна біологія, фармакологія, патологічна фізіологія
біофізика м'язового скорочення	фізіологія, біохімія, анатомія, молекулярна біологія
основи кардіографії	фізіологія, терапія, кардіологія

Згідно з сучасними підходами педагогічної теорії міжпредметні зв'язки класифікуються за складом, напрямом дії, способом взаємодії елементів (табл. 2) [3].

Таблиця 2

**Класифікація міжпредметних зв'язків**

Форми міжпредметних зв'язків	Типи міжпредметних зв'язків	Види міжпредметних зв'язків
1) за складом	1) змістовні	за фактами, поняттями законами, теоріями, методами наук

	2) операційні	за сформованими навичками, уміннями і розумовими операціями	
	3) методичні	за використанням педагогічних методів і прийомів	
	4) організаційні	за формами і способами організації освітнього процесу	
2) за напрямом	1) односторонні, 2) двосторонні, 3) багатосторонні	прямі; зворотні, відновні	
3) за способом взаємодії елементів (різноманіття варіантів зв'язку)	часовий чинник	1) хронологічні	1) спадкоємні 2) синхронні 3) перспективні
		2) хронометричні	1) локальні 2) середні 3) діють тривалий час

Реалізація першого принципу вимагає наявності в студентів до початку вивчення спеціальних медичних дисциплін сформованого понятійного апарату, який дозволить їм оцінювати в категоріях точних наук (математика, фізика, хімія) складні біологічні процеси, що протікають в організмі. Якщо це завдання вирішене, то перед студентами розкриваються взаємозв'язки природних явищ, формується цілісна, наукова, реалістична картина світу, яка має бути основою клінічного мислення лікаря. Вона дозволить йому краще зрозуміти закономірності роботи організму в нормі й патології.

Завдання викладача – допомогти студентові встановити ці зв'язки між біофізикою та іншими предметами. Методична проблема встановлення таких зв'язків для викладача в курсі біофізики полягає в розмаїтті та багатоаспектності цих зв'язків. Для окремих тем зв'язки є змістовими (наприклад, для теми «Термодинаміка»), для інших – операційними («Кардіографія», «Гемодинаміка»). Для вдосконалення методики навчання пропонується створення глосарію, який буде доступний студентам не лише на першому, але й на старших курсах. Створення глосарію вимагає спільної роботи представників різних кафедр.

*2. Принцип науковості, системності й послідовності навчання.*  
Виконання цього принципу ускладнюється змістовим наповненням курсу, який ґрунтується, у свою чергу, на історичних передумовах становлення біофізики як науки, а, також, різноманітності типів міждисциплінарних зв'язків та їх узгодженості (або відсутності такої узгодженості) в часі. Зустрічаються як односторонні внутрішньо дисциплінарні зв'язки (наприклад, такою є тема "Механічні коливання, хвилі"), так і двосторонні зв'язки, реалізація яких є перспективною в подальшому освітньому процесі. Наприклад, теми "Будова біомембран" і "Транспорт речовин

через мембрану" детально вивчатимуться студентами на другому курсі в ряді професійно орієнтованих дисциплін, тоді як біофізику студенти вивчають у першому семестрі. Таким чином, під час вивчення біофізики з вищезазначених дисциплін (табл.1) студенти паралельно вивчають лише органічну хімію, біологію (генетику) і розпочинають вивчення анатомії.

3. *Принцип поетапності й варіативності навчання.* Викладачеві необхідно зосередити зусилля на медичних і біологічних аспектах, щоб дати незнайомий, складний для розуміння студентами матеріал у стислій та доступній формі. Для цього необхідно, щоб у студента була надійна база з основних понять і законів фізики. Наприклад, щоб студент міг зрозуміти складний механізм потенціалу спокою клітини, необхідно усвідомлювати природу електричних взаємодій у розчинах (електроліти), мати уявлення про молекулярно-кінетичну теорію, явища переносу (маси, імпульсу, енергії, електричного заряду) та фізичні поняття та закони (закон Ома в диференціальній формі, закон Фіка, поняття рухливості, електрохімічного потенціалу тощо).

Досвід показує, що значна частина студентів першокурсників має недостатньо знань з фізики курсу середньої школи. Це можна пояснити малою кількістю годин, що відводяться в школі на вивчення фізики, відсутністю обов'язкових випускних іспитів в школі з фізики і математики. Вирішення цього питання знаходиться поза предметом нашого дослідження. На рівні окремого ЗВО можна доповнити методику навчання, включивши необхідні розділи в самостійну роботу студента. Таким чином, можна гарантувати реалізацію принципу поетапності навчання.

4. *Принцип наочності й доступності.* Пошук механізмів ефективного підвищення якості освітнього процесу завдяки реалізації принципу наочності може реалізуватися через використання дидактичного потенціалу мережних хмаро орієнтованих ресурсів. Актуальність визначеного напрямку підтверджується низкою досліджень (Стучинська Н.В. та ін.).

Як і у класичній фізиці, так і в курсі біофізики виклад фактів, законів, явищ доволі часто обґрунтовується складними математичними тлумаченнями, які потребують розвинутого логічного та критичного мислення, знань та умінь з точних наук. У табл.3 наведені математичні поняття й уміння, необхідні студентам для розуміння матеріалу першого змістового модуля "Біологічна фізика".

Таблиця 3

**Математичні поняття, необхідні для проходження першого модуля "Основи загальної біофізики"**

№	Тема заняття	Фізичні поняття	Математичні поняття і навички
1.	механічні коливання і хвилі	рівняння вільних гармонійних незгасаючих коливань, затухаючі коливання автоколивання, рівняння механічної	Тригонометрія, диференціальні рівняння першого і другого порядку

		хвилі, додавання гармонічних коливань	
2.	акустика	інтенсивність звук,у гучність, закон Вебера-Фехнера, акустичний імпеданс	властивості логарифмів, перехід логарифму від однієї основи до іншої, побудова графіків і діаграм, гармонічні коливання, частотний спектр
3.	основи гемодинаміки	рівняння Ньютона, формула Пуазейля, закон Стокса, робота віскозиметрів, капілярні явища	поняття похідної та інтеграла, поняття градієнта, аналітична геометрія (об'єми фігур), лінійна алгебра (вектори)
4.	термодинаміка	перший і другий закон Ентропія, термодинамічні потенціали, стаціонарні стани	диференціал, повний диференціал і приріст функції, криволінійні інтеграли 1 і 2 роду, елементи теорії вірогідності і мат статистики, змішані і частинні похідні, натуральний логарифм, екстремуми, функції дослідження фазового портрета динамічної системи розкладання в ряд
5.	транспорт речовин через мембрану	рівняння Фіка, теорема Нернста-Планка (дифузія іонів і молекул через мембрану)	Градієнт, границя і похідна, диференціальне рівняння першого порядку, потенціювання
6.	потенціал спокою і потенціал дії	рівняння Нернста і Гольдмана-Ходжкіна, рівняння для розрахунку мембранного потенціалу в точці	властивості логарифмів, потенціювання, властивості експоненціальної функції
7.	біофізика м'язового скорочення	рівняння Хілла	похідна, рішення диференціальних рівнянь
8.	основи кардіографії	потенціал точки в електричному полі диполя, трикутник Ейтховена	Тригонометрія, операції з векторами, додаткові геометричні побудови

Оскільки для лікувального факультету медичних ЗВО курс вищої математики не передбачений програмою, то викладачі біофізики можуть розраховувати лише на знання студентів, отримані протягом шкільної підготовки. На жаль, в останні роки не спостерігається покращення якості шкільної підготовки не тільки з фізики, а й з математики. Більшість студентів зазнають труднощів з елементарними математичними

операціями (дії з логарифмами, геометричні побудовання), що не дає їм змоги зрозуміти (а не завчити) багато ключових опорних речей, що лежать в основі законів функціонування живих організмів.

Згідно з рядом досліджень, наприклад, (Зверев І.Д., 1981), особливістю студентів, які обрали майбутню професію лікаря, як правило, є розвинена сигнальна система першого типу. Як наслідок, у них краще розвинене образне сприйняття реальних об'єктів і явищ. Тому вони зазнають труднощів при сприйнятті теоретичних основ математики, без яких неможливе розуміння прикладних моделей. У той же час деякі розділи вищої математики (статистика, формальна логіка) є невід'ємною частиною професійної компетентності лікаря, які дозволять йому підвищувати кваліфікацію через навчання впродовж життя.

Викладач може спростити сприйняття студентами матеріалу з біофізики шляхом збільшення наочності, наводячи приклади з навколишнього світу, виконуючи досліди і лабораторні роботи, звертаючись до моделей – графіків, схем, малюнків, рівнянь тощо.

Однак доволі часто наочність стає безпорадною, коли йдеться про засвоєння математики. Відомо, що свідоме засвоєння математичних ідей надзвичайно полегшується при ознайомленні з обставинами їх зародження й розвитку, прикладними аспектами. Проте математика відноситься до навчальних дисциплін, що є доволі складними для самостійного опанування. Самостійна робота з математики вимагає особливої методики, яка є предметом подальших досліджень.

5. *Принцип свідомості й творчої активності, переходу від навчання до самоосвіти.* Особливістю медичної освіти є необхідність заучування й запам'ятовування великої кількості матеріалу. Пам'ять студентів переобтяжена численними фактами, необхідними в їх майбутній професійній діяльності. Одним із завдань біофізики є формування умінь виконувати певні розумові операції, що притаманне точним наукам, і допомагає організувати "тривалу" пам'ять при вивченні медичних дисциплін.

У цих умовах спонукати студента до активної самостійної роботи можна, доповнюючи теоретичне заняття лабораторними роботами, які є цікавими і корисними для подальшої професійної діяльності.

Таким чином, аналіз реалізації принципів навчання дозволив визначити актуальні методичні проблеми навчання біофізики, до яких можна віднести такі: змістова складність міждисциплінарних зв'язків, їх подекуди незбалансований розподіл у часі; обмеженість варіативної складової навчання внаслідок об'єктивних чинників. У реаліях сьогодення коригування методики навчання біофізики може полягати в більш широкому залученні методів змішаного навчання, використанні цифрових технологій, удосконаленні організації самостійної роботи. Подальші наші дослідження будуть спрямовані саме на пошук ефективних засобів організації самостійної роботи студентів з використанням можливостей сучасного цифрового суспільства.

### **Література**

1. Баранов С. П. Принципы обучения. – М., 1975. Дидактика современной школы / Под ред. В. А. Онищука. – К., 1987.
2. Белоус І.В., Стучинська Н.В. Формування хмаро орієнтованого освітнього середовища для навчання фахових медичних дисциплін Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку. Матеріали методологічного семінару НАПН України. 4 квітня 2019 р. / За ред. В.Г. Кременя, О.І. Ляшенка; укл. А.В. Яцишин, О.М. Соколюк. – К, 2019. – 361 с.с.130–138
3. Белоус І.В., Стучинська Н.В., Ткаченко М.М. Навчання основ променевої діагностики з використанням мережних технологій // Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді. 36. наук. праць – Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору» вип. 21.- кн 3.- том І (75) , Київ Гнозис 2017. –506 с.– С.17-32;
4. Зверев І.Д. Междпредметные связи в современной школе / И.Д.Зверев, В.Н. Максимова. – М.:Педагогика, 1981. – 160 с.
5. Стучинська Н.В., Ткаченко Ю.П. Інформаційно-комп'ютерні технології як засіб підвищення ефективності навчально-пізнавальної діяльності студентів. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія №5. Педагогічні науки: реалії та перспективи: збірник наукових праць. Київ, 2009. Вип. 20. С. 137– 143
6. Стучинська Н.В., Шморган А.В., Мороз Л.Ю. Інтеграція знань при вивченні природничо-наукових дисциплін у класах медичного та біологічного профілю. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія: Педагогічні науки. Чернігів, 2010. Вип. 77. С. 154–158.
7. Чалий О.В. Медична та біологічна фізика: національний підручник / О.В.Чалий, Е.І. Личковський та ін. – Вінниця: Нова книга, 2013. – 528 с.3.

### **References**

1. Baranov S. P. Pryntsyry obuchenyya. – M., 1975. Dydaktyka sovremennoy shkoly / Pod red. V. A. Onyshchuka. – K., 1987.
2. Belous I.V., Stuchynska N.V. Formuvannya hmaro oriyentovanogo osvitnogo seredovisha dlya navchannya fahovih medichnih disciplin Informacijno-cifrovij osvitnij prostir Ukrainy: transformacijni procesi i perspektivi rozvitku. Materiali metodologichnogo seminaru NAPN Ukrainy. 4 kvitnya 2019 r. / Za red. V.G. Kremenya, O.I. Lyashenka; ukl. A.V. Yacishin, O.M. Sokolyuk. – K, 2019. – 361 s.s.130–138
3. Belous I.V., Stuchynska N.V., Tkachenko M.M. Navchannya osnov promenevoyi diagnostiki z vikoristannyam merezhnih tehnologij // Teoretiko-metodichni problemi vihovannya ditej ta uchnivskoyi molodi. Zb. nauk. prac – Tematichnij vipusk «Visha osvita Ukrainy u konteksti integraciyi do yevropejskogo osvitnogo prostoru» vip. 21.- kn 3.- tom I (75) , Kiyiv Gnozys 2017. –506 s.– S.17-32;
4. Chalyy O.V. Medychna ta biolohichna fizyka: natsional'nyy pidruchnyk / O.V.Chalyy, E.I. Lychkovs'kyi ta in. – Vinnytsya: Nova knyha, 2013. – 528 s.3.
5. Stuchynska N.V., Tkachenk Yu. P. Information and computer technologies as the means of increasing the effectiveness of educational and cognitive activities of students. Scientific journal of the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanov Series number 5. Pedagogical sciences: realities and perspectives: a collection of scientific works. Kyiv, 2009. № 20. P. 137–143. 13. Stuchynska N.V., Shmorgun A.V, Moroz L.Yu. Integration of knowledge in the study of natural sciences in the classes of medical and biological profile. Bulletin of the Chernigov National Pedagogical University named after T.G. Shevchenko Series: Pedagogical Sciences. Chernigiv, 2010. № 77. P. 154–158.
6. Zverev Y.D. Mezhpredmetnyye svyazy v sovremennoy shkole / Y.D.Zverev, V.N. Maksymova. – M.:Pedahohyka, 1981. – 160 s.



### **АНОТАЦІЯ**

*У статті проаналізовані актуальні на сучасному етапі проблеми викладання біофізики з позицій реалізації головних принципів дидактики: змістовна складність міждисциплінарних зв'язків біофізики з іншими дисциплінами, узгодженості їх розподілу в часі; обмеженість варіативності навчання та доступності, сучасні можливості реалізації принципу наочності. Запропоновано шляхи вдосконалення методики навчання, які спрямовані на підвищення ефективності організації самостійної роботи й підвищення творчої активності студентів.*

*Автори вивчають дидактичну концепцію та методологію, які були запропоновані українськими дослідженнями в педагогічній галузі протягом останніх років; проаналізували міждисциплінарні зв'язки біофізики з іншими предметами, що навчаються в медичному університеті; були проаналізовані статті, доповіді конференцій та дисертації.*

*Було з'ясовано, що курс біофізики повинен ґрунтуватися на його взаємозв'язку, насамперед, з фізіологією (нормальною та патологічною), клінічною та патологічною анатомією, біологічною хімією, органічною хімією, фізичною хімією, фармакологією, молекулярною біологією та генетикою, інструментальними методами функціональна діагностика, спеціальні медичні дисципліни (кардіологія, терапія, терапія), онкологія тощо. Таким чином, методологія курсу повинна формувати зміст курсу, насамперед, виходячи із згаданих вище зв'язків.*

*Оцінено основні типи міждисциплінарних зв'язків, які мають допомогти студентам розкрити суть проблеми біологічних та медичних явищ на основі цілісного, наукового, реалістичного погляду на світ. Ці знання повинні бути основою клінічного мислення лікаря. Це дозволить їм краще зрозуміти закономірності роботи організму в нормі та патології.*

*Було досліджено зв'язок біофізики та математики. Автори підкреслюють, що курси біофізики, розуміння фізичних законів, часто ускладнюються математичними труднощами, що вимагає знань точних наук. Автори пропонують основні математичні компетентності, що потрібно студентам для успішної освіти.*

**Ключові слова:** *біофізика, вища математика, медичний університет, якість викладання, методи викладання, проблеми навчання, принципи навчання.*