

УДК 371.134

**МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ
МАЙБУТНІХ ЛІКАРІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ТЕМИ «МАГНІТНЕ ПОЛЕ
ТА ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЕЛЕМЕНТИ МАГНІТОБІОЛОГІЇ»**

Світлана Стадніченко

ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

У статті порушено проблему модернізації методики навчання медичної біофізики. У роботі проаналізовано зміст підручників з фізики для середньої школи і з медичної біофізики для вищих медичних закладів освіти з метою виявлення наявності й обсягу в них матеріалу з теми, у тому числі професійно спрямованого змісту і досліджено рівень підготовки студентів для засвоєння теми. На основі структурно-логічного аналізу навчального матеріалу запропоновано ефективні методичні прийоми формування системи знань з теми «Магнітне поле та його характеристики. Елементи магнітобіології» для реалізації якісної фахової підготовки майбутніх лікарів у вищих медичних закладах освіти. Наведені сучасні результати досліджень у магнітобіології, магніодіагностиці і магніотерапії. Виокремлено професійно значимі питання теми. Запропоновані приклади застосування різних механізмів інтеграції репродуктивної і творчої навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Ключові слова: *методика навчання медичної біофізики, магнітне поле, магнітобіологія, магніодіагностика, магнітографія, магніотерапія.*

Светлана Стадниченко

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ
БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «МАГНИТНОЕ ПОЛЕ И
ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ. ЭЛЕМЕНТЫ МАГНИТОБИОЛОГИИ»**

В статье затронута проблема модернизации методики обучения медицинской биофизики. На основе структурно-логического анализа учебного материала предложены эффективные методические приемы формирования системы знаний по теме «Магнитное поле и его характеристики. Элементы магнитобиологии» для реализации качественной профессиональной подготовки будущих врачей в высших медицинских заведениях.

Ключевые слова: *методика обучения медицинской биофизики, магнитное поле, магнитобиология, магнитодиагностика, магнитография, магнитотерапия.*

Stadnichenko Svitlana

METHODICAL ASPECTS OF PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE DOCTORS IN THE LEARNING OF THE THEME «MAGNETIC FIELD AND ITS CHARACTERISTICS. ELEMENTS OF MAGNITOBIOLOGY»

This article deals with the problem of teaching methods modernisation as to medical biophysics. The effective methodical techniques students' knowledge of formation system on the theme «Magnetic field and its characteristics. Elements of magnetobiology» are provided. The suggested methodical techniques are of great importance for realization of high-quality professional training of future doctors at higher medical institutions. Modern research results of magnetobiology, magnetodiagnosics and magnetotherapy are presented in the article.

The article analyzes the content of the textbooks on physics for secondary schools and on medical biophysics in the high medical institutions in order to find out the presence and the size of the material on the theme «Magnetic field» in the textbooks. This work investigates the level of students' training in material's mastering.

Here it is given in a systemized way the material about magnetic field's features, magnetic properties of the biological tissues, influence of geomagnetic and technogenic storms on human's body, methods of magnetography and methods of treatment in the magnetic fields. The items of additions to the theme are highlighted: 1. Magnetobiology as a science. 2. Magnetometers. SQUID – ultrasensitive sensors for recording magnetic fields. 3. Magnetogram and dynamic magnetic picture of man. 4. The influence of geomagnetic and technological storms on the functioning of the human body. 5. Measures to prevent the negative effect of the magnetic field. 6. Diagnosis of diseases based on changes in the biomagnetism of organs and tissues. 7. The correct dosage of the magnetic fields in the treatment of pathological processes.

It is offered a scheme of educational material learning for planning of the work in the classrooms and extracurricular self working: 1. Magnetic field and its characteristics. Physical basis of magnetobiology. 2. Magnetic properties of substances and biological tissues. 3. Magnetobiology: the biological effect of the magnetic field; the magnetic field of organs and tissues; the magnetosphere, geomagnetic and technological storms. 4. Physical basis of magnetic field use in medicine: magnetic diagnosis (magnetography, NMR - tomography); methods of treatment with magnetic fields. Examples of various integration mechanisms of reproductive and learning students' activity are also given in the article.

Key words: *methods of medical biophysics teaching, magnetic field, magnetobiology, magnetodiagnosics, magnetography, magnetotherapy.*

Постановка проблеми. Система вищої освіти в сучасних умовах вимагає підвищення якості практико-орієнтованих знань, умінь і навичок студентів, формування їх ділових і особистісних якостей у відповідності до обраної професії. Нині на заняттях з природничих предметів у вищих медичних закладах студентам необхідно при мінімальній кількості

навчальних годин опанувати значний обсяг інформації з гарантією високої якості та цілісності засвоєння навчального матеріалу. Процес навчання потребує напруженої розумової діяльності студента та його власної активної участі у ньому. Вивчення теми «Магнітне поле та його характеристики. Елементи магнітобіології» має практичне значення для розв'язання освітніх і професійних завдань навчання студентів. Враховуючи те, що знання з теми застосовуються при вивченні інших профільних предметів, проблема підвищення їх якості є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Навчальний матеріал теми “Магнітне поле та його характеристики. Елементи магнітобіології” для студентів-медиків розглядається в працях О. В. Чалого, В. О. Тіманюка, Н. В. Стучинської, Л. Ф. Ємчик, Д. І. Остафійчука, В. В. Волощука, Ю. А. Білобрицького, О. М. Ремізова, В. Г. Лещенка, Г. К. Ілліча та ін., проте стосуються переважно змістового компонента навчального процесу. Залишаються відкритими проблеми побудови логічної структури навчального матеріалу для реалізації принципів наступності й системності у навчанні фізики середньої і вищої школи, принципу зв'язку навчання з практичною діяльністю майбутніх фахівців.

Метою статті є визначення ефективних методичних прийомів поєднання фізичних знань з теми «Магнітне поле (МП) та його характеристики» з практичним застосуванням їх у медицині на основі інтеграції та систематизації знань.

Завдання дослідження: 1) проаналізувати зміст підручників з фізики для середньої школи і з медичної біофізики для вищих медичних закладів освіти з метою виявлення наявності й обсягу в них матеріалу з теми, у тому числі професійно спрямованого змісту; 2) виділити специфічні особливості змісту поглибленого вивчення цієї теми; 3) дослідити рівень підготовки студентів для засвоєння теми; 4) розробити методичні рекомендації вивчення теми в курсі «Медична і біологічна фізика».

Методи дослідження: аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури з проблем дослідження, цілеспрямоване педагогічне спостереження та аналіз навчального процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Послідовне формування у студентів певної системи знань і способів дій з ними на основі встановлення внутрішньопредметних та міжпредметних зв'язків дозволяє студентам глибше і міцніше засвоювати навчальний матеріал, а викладачам планувати аудиторну та позааудиторну діяльність.

За результатами проведення вступного тестування студентів виявлено недостатнє розуміння ними основних понять та законів з теми. З шкільного курсу фізики студенти пам'ятають про магнітну індукцію – 43 % , правило свердлика – 67 %, магнітний потік – 32 %, МП Землі – 25 %, закон Ампера, закон Лоренца – 34 %. Найбільше труднощів першокурсники мають при поясненні дії МП на рухомий заряд (5 %); понять максимальний момент сил і магнітний момент контура зі струмом (1 %).

Згідно опитування студентів 64% з них у середніх навчальних закладах навчалися за підручником академічного і профільного рівня [1], 23 % – рівня стандарту [13], 13 % – працювали з навчальною літературою інших авторів. У підручнику [1, с. 114] розділ "Електромагнетизм. Електромагнітне поле" містить навчальний матеріал для поглибленого рівня навчання: сила взаємодії двох паралельних провідників; відомості про циклотрони і мас-спектрометри; струми Фуко; намагніченість; магнітний момент; власний магнітний момент атома чи молекули; діа-, пара- та феромагнетика. У підручнику академічного і профільного рівня для учнів, що поглиблено вивчають фізику [3, с. 105], пояснюється закон Біо-Савара-Лапласа; принцип суперпозиції для складного МП; момент сил, що діє на прямокутну рамку зі струмом у МП; використання сили Лоренца в техніці (мас-спектрометри, прискорювачі частинок). У підручнику рівня

стандарту [7, с. 100] додатково зазначено про застосування МП в медицині.

Порівнюючи елементи знань з теми у шкільному курсі фізики і курсі «Медична і біологічна фізика», нами встановлено, що всі поняття, які запропоновані для профільного рівня середньої школи, актуальні для студентів вищих медичних навчальних закладів. Проте лише 15 % з них пригадують, що вивчали цей матеріал у середньому навчальному закладі.

Відомо, що актуалізація базових знань з шкільного курсу фізики перед поясненням нового матеріалу сприяє кращому його розумінню. Нами пропонувалися завдання на складання порівняльної таблиці про електричне і магнітне поле, на створення карт пам'яті, фреймових моделей, структурно-логічних схем, компендіуму теми. Таблиця опорних знань про електричне і магнітне поля для кожного складалася за планом: 1. Джерела поля. 2. Види полів. 3. Індикатори виявлення поля. 4. Дослідні факти. 5. Силова характеристика. 6. Силові лінії. 7. Дія поля на заряджену частинку. 8. Принцип суперпозиції. 9. Класифікація за властивостями речовин (провідники, діелектрики, сегнетоелектрики / діамагнетики, парамагнетики, феромагнетики). 10. Енергетична характеристика поля. 11. Потоки крізь замкнену поверхню. 12. Енергія поля [2]. Після виконання цих завдань виявлено вищий рівень якості знань у студентів, ніж при традиційній методиці повторення навчального матеріалу за питаннями.

За результатами порівняння підручників [4; 8; 9; 11; 15] з медичної біофізики нами встановлено, що автори використовують різний обсяг елементів знань з теми. Тільки у посібнику Л. Ф. Ємчик [4] описується магнітний матеріал клітин, дається характеристика біомагнетизму як безконтактному методу дослідження, зазначено про вплив на здоров'я магнітних бур, виокремлено магнітодіагностику і магнітотерапію, пояснюється застосування синхрофазотрона у медицині. Проте у роботі немає закону Біо-Савара-Лапласа. Тільки у підручниках О. В. Чалого [9],

О. М. Ремізова [11] йдеться про електромагнітні вимірювачі швидкості крові, мас-спектрографію. У працях [8; 9; 11; 15] глибше висвітлюються магнітні властивості речовин. До навчального матеріалу для поглибленого вивчення ми відносимо: магнітні властивості речовин на основі власних МП, зумовлених магнітними моментами атомів і молекул [9, с. 241; 11, с. 258], ЯМР-томографію [9, с. 713; 8, с. 475; 11, с. 501]. З метою формування цілісної системи знань про магнітні властивості тканин і організму людини, резонансні методи дослідження пропонуємо тему «МП та його характеристики. Елементи магнітобіології» розглядати після вивчення елементів квантової механіки.

На нашу думку, у підручниках для формування повної системи знань з теми не вистачає інформації про медичні прилади діагностичних досліджень магнітного поля. Вважаємо, що зміст посібників потребує таких доповнень з теми: 1. Магнітобіологія як наука. 2. Магнітометри. СКВІД – надчутливий сенсор для реєстрації МП ($B=10^{-15}$ Тл). 3. Магнітограма і динамічна магнітна картина людини. 4. Вплив геомагнітних і технологічних бур на функціонування організму людини. 5. Заходи профілактики негативного впливу МП. 6. Діагностика захворювань на основі зміни біомагнетизму органів і тканин. 7. Правильне дозування МП при лікуванні патологічних процесів. Названі теми пропонуються студентам для індивідуального самостійного опрацювання зі звітом результатів на науковому гуртку, рис. 1, або за проектною технологією навчання [14].

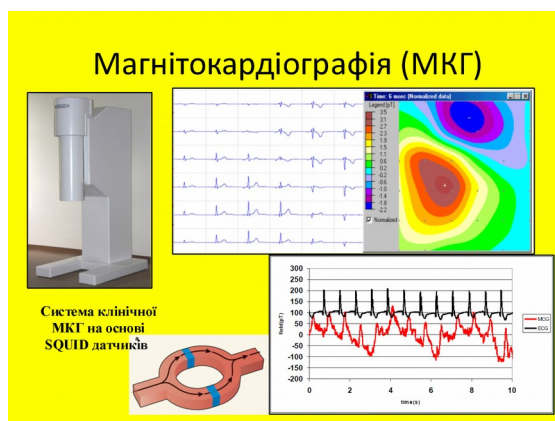


Рис. 1. Магнітокардіографія

Для планування аудиторної та самостійної позааудиторної роботи у розробленій методиці навчання тема викладається за планом:

1. МП та його характеристики. Фізичні основи магнітобіології.
2. Магнітні властивості речовин і біологічних тканин.
3. Магнітобіологія: 1) біологічна дія МП; 2) МП органів та тканин;
- 3) магнітосфера; геомагнітні і технологічні бурі.
4. Фізичні основи використання МП у медицині:
 - 1) магнітодіагностика (МГ, ЯМР-томографія); 2) методи лікування за допомогою МП.



Рис. 2. Фізичні величини, які характеризують МП

Магнітним матеріалом клітин можуть бути феритин, хромопротеїди, феродоксини та ін. [4, с. 204].

Таблиця 1

Магнітні властивості біологічних тканин

Магнетика	Характеристики	Дія магнетика в зовнішньому МП	Складові тканин
Діамагнетики	$\mu < 1, \mu \approx 1$ $ \chi \ll 1, \chi < 0$ $p_m \sim B_0$ $B_{dia} = B_0 - B_{el}$ $B_{dia} < B_0$	створюють власне МП, спрямоване протилежно до зовнішнього МП; незначно послаблюють зовнішнє МП	білки, вуглеводи, ліпіди, вода
Парамагнетики	$\mu > 1, \mu \approx 1$ $ \chi \ll 1, \chi > 0$ $B_{el} \sim \Sigma p_m \sim B_0$ $B_{para} = B_0 + B_{el}$ $B_{para} > B_0$	створюють власне слабе МП, напрям якого збігається з напрямом зовнішнього МП; підсилюють зовнішнє МП	вільні радикали, ферменти, іони
Феромагнетики	$\mu \gg 1$ $\chi \gg 1$ $B_{фер} = B_0 + \Sigma B_j$ $B_{фер} \gg B_0$	створюють сильне магнітне поле, напрям якого збігається з напрямом зовнішнього магнітного поля	немає (ферити)

У розробленій методиці навчання пропонуємо таке визначення: *магнітобіологія* – розділ біофізики, що вивчає: 1) вплив МП на живі біосистеми; 2) досліджує біомагнітні поля; 3) визначає магнітні властивості речовин біологічного походження.

При поясненні *біологічної дії магнітного поля* варто зазначити, що в основі дії МП на біооб'єкти лежать такі найважливіші фізичні або фізико-хімічні процеси: а) зміна орієнтації молекул у МП; б) зміна концентрації іонів у неоднорідному МП; в) дія сили Лоренца на іони, які рухаються разом з біологічною рідиною, що приводить до зміни траєкторій їхнього руху; г) перерозподіл зарядів у потоці, що спричиняє появу електричного поля (ефект Холла) [4, с. 9, с. 248; 11, с. 265]. На нашу думку, необхідно чітко виділити рівні взаємодії МП з організмом людини: а) атомно-молекулярний; б) мембранно-клітинний; в) органно-тканинний. *МП*

людини складається з власного МП, утвореного електричною активністю певних збуджених органів (серце, мозок), і з МП, наведених рухом струмопровідних рідин (кров, лімфа). Необхідно додати, що наведені зовнішнім МП струми породжують вторинне МП, характерне для конкретного організму [5, с. 188].

Сучасні дослідження доводять, що при внесенні біологічних тканин в постійне МП спостерігається діаманітний ефект переважно в фосфоліпідних компонентах біологічних мембран. Змінні МП здатні модулювати фізико-хімічні властивості, метаболічну та ферментативну активність клітин і тканин організму з підвищенням частоти МП вихрові струми ефективно поглинаються електропровідними тканинами і здатні викликати значний тепловий ефект [9, с. 248]. Порогова чуттєвість складає: для постійних МП 8 мТл; для змінних МП 3 мТл; для імпульсних – 0,1 мТл. Постійне МП еластичних магнітів-аплікаторів, браслетів тощо має магнітну індукцію 25-40 мТл.

На практиці ми пересвідчилися в ефективності прийому порівняння значень фізичних величин, наприклад, магнітної індукції МП деяких органів, Землі, апаратури, табл. 2.

Таблиця 2

Фізична величина	Мозок	Серце	Земля	Фізіотерапевтичне обладнання	MPT
В, Тл	10^{-13}	10^{-11}	10^{-5}	$10^{-3} - 10^{-1}$	0,5 – 3

При ознайомленні студентів з МП Землі доцільно звернути увагу на поняття: магнітосфера, сонячний вітер, сонячна активність, магнітопауза, магнітні бурі. При відборі матеріалу слід враховувати його значущість для фахової підготовки лікарів, тому після повторення конфігурації МП Землі доцільно зазначити про негативний вплив магнітних бур, табл.3, і додати про техногенні бурі.

Таблиця 3

Патологічні ефекти магнітних і техногенних бур

Вид впливу	Ознаки і ефекти впливу
<p>Магнітні бурі</p> <p><i>Зміна індукції</i></p> <p>МП Землі на 0,2 – 0,3 мкТл і більше.</p> <p><i>Тривалість:</i> 2-12 год;</p> <p>7-8 бур на рік</p>	<p>1) нервово-психічні захворювання (інсульт, напади епілепсії);</p> <p>2) розлади в серцево-судинній системі (інфаркт);</p> <p>3) зміна моторної діяльності травної системи;</p> <p>4) зміни реактивності судин головного мозку;</p> <p>5) зміна характеристик крові.</p>
<p>Техногенні бурі</p> <p><i>Зміна індукції МП</i> на 1,5 – 3 мкТл і більше.</p> <p><i>Частота МП:</i> 0,1 – 5 Гц</p>	<p>Зміни нервової регуляції:</p> <p>1) астенічний синдром (порушення сну; брадикардія, болі в області серця, запаморочення);</p> <p>2) астеновегетативний синдром (вегетосудинна дистонія по гіпертонічному типу);</p> <p>3) гіпоталамічний синдром (гіперзбудження, зниження пам'яті, болі в серці).</p>

МП можуть відображати аномалії в роботі органів чи тканин. При вивченні *методів магнітодіагностики* перш за все варто акцентувати на магнітографії (МГ) – реєстрації МП біооб'єктів. Методи діагностики МГ, табл. 4, мають переваги над методами електрографії: 1) МГ не потребує прямого контакту; 2) МГ показує локалізацію джерела МП з точністю порядку 1 см; 3) вектор магнітної індукції вказує на напрямок МП. Для підвищення професійного спрямування змісту запропонувати студентам продовжити ознайомлення з методами МГ: магнітоентерографія ($B = 0,1 - 10$ пТл); магнітонейрограма ($B = 10^{-3} - 10^{-2}$ пТл); магнітогастрографія ($B = 1 - 20$ пТл), магнітопневмографія ($B = 10^2 - 10^3$ пТл) тощо.

Таблиця 4

Методи МГ	Означення	Застосування
Магніто-кардіографія	діагностичний метод реєстрації зміни	рання діагностика дистрофії міокарда, гіпертрофії серцевого

$B = 1 - 100$ пТл	величини магнітної індукції серця з часом за кардіоцикл	м'яза
Магніто-енцефалографія $B = 0,1 - 10$ пТл (α -ритм)	діагностичний метод, що дозволяє виміряти і візуалізувати МП, які виникають внаслідок електричної активності мозку	- дослідження сенсорних і моторних функцій мозку, когнітивних процесів пам'яті; - локалізація епілептичних джерел патологічної нейронної активності; - діагностика хвороб: розсіяний склероз, шизофренія та ін.

Одним з складних питань теми є *методи лікування за допомогою МП*. Нами пропонується виокремити фізичні основи методів лікування:

- 1) механічні сили, які діють на феромагнітні тіла і постійні магніти в МП; приклади застосування: а) в травматології і ортопедії для лікування складних переломів, фантомних болів, виправлення грудної клітки у дітей; б) в хірургії для видалення металевих часток з поранень, зшивання кишечника за допомогою магнітних кілець та ін.;
- 2) змінне низькочастотне (0,1-100 Гц) або постійне МП викликає електричні струми в тканинах організму, переорієнтацію біомакромолекул і вільних радикалів, зміни фізико-хімічних властивостей водних систем організму; застосування: *магнітотерапія* – це дія на тканини організму змінним низькочастотним або постійним МП з лікувальною метою; лікування не супроводжується утворенням тепла [4, с. 233];
- 3) змінне МП наводить в тканинах організму електрорушійну силу індукції, викликаючи струми Фуко, які спричиняють теплові ефекти; застосування: високочастотна (10-15 МГц) і ультрависокочастотна індуктотермія (40,68 МГц). Доцільно зазначити про неузгодженість термінології в літературі: під магнітотерапією визначають сукупність методів лікування захворювань за допомогою змінного (постійного) МП низької (*високої*) частоти [10, с. 216].

Студентам необхідно повідомити про розвиток магнітотерапії. Сучасні методи передбачають поєднання МП й іншого лікувального впливу: магнітолазерна терапія, магнітофорез, магнітофототерапія та ін.

Зважаючи на значний обсяг інформації та з метою формування умінь практичної діяльності, студентам варто задавати уточнюючі питання, завдання на вивчення медичної апаратури, наочного відображення матеріалу та з елементами інформаційного пошуку. Наприклад: 1. Які хворобливі стани супроводжує феритинемія? 2. Як виникають магнітні бурі і як вони впливають на функціонування організму людини? Чи можливий захист від них? 3. Назвати приклади патологічних процесів, які супроводжуються змінами магнітної сприйнятливості клітин. 4. Представити приклади побудови ізоліній і кольорових карт при МГ. 5. Створити презентацію або відеофільм про методи магнітодіагностики і магнітолікування після екскурсії в лікарню. 6. Створити анотацію до переглянутого в Інтернеті відеофільму [16, 17].

Висновки і перспективи подальших наукових розвідок. Тема «МП та його характеристики. Елементи магнітобіології» містить матеріал, який тісно пов'язаний з шкільним курсом фізики. Актуалізація опорних знань на основі діяльнісного підходу дає змогу підвищити вхідний рівень знань студентів. У межах нашого дослідження ми виходили з позицій необхідності чіткого й повного формування понять та вироблення вмінь усвідомленого застосування їх на практиці. Залучення студентів до активної самостійної і профільно спрямованої роботи створює умови для їх самореалізації і професійного збагачення. Фізична природа дії магнітного поля на біологічні об'єкти до кінця не з'ясована і перебуває в стані дослідження. Перспективи подальших наукових розвідок вбачаємо у розробці методики вивчення теми з урахуванням елементів знань з квантової механіки, із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бар'яхтар В. Г. Фізика. 11 клас. Академічний рівень. Профільний рівень. / В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, М. М. Кірюхін, О. О. Кірюхіна. – Х.: Ранок, 2011. – 320 с.
2. Жиленко О. П. Узагальнюючий урок з теми «Електромагнітне поле» [Електронний ресурс] / О. П. Жиленко. – Режим доступу: http://static.klasnaocinka.com.ua/uploads/editor/414/68941/sitepage_27/files/urok.doc.
3. Засєкіна Т. М. Фізика: підруч. для 11 кл. (академ. рівень, профільний рівень) / Т. М. Засєкіна, Д. О. Засєкін. – Харків: Сиція, 2011. – 336 с.
4. Ємчик Л. Ф. Основи біологічної фізики і медична апаратура: підручник / Любов Федорівна Ємчик. – К.: ВСВ «Медицина», 214. – 392 с.
5. Каленникова Т. О. Методичні особливості викладання теми «Магнітне поле» при вивченні основ біофізики / Т. О. Каленникова // Наукові записки. – Вип. 82. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2009. – Ч. 2. – С. 186-191.
6. Ковалева А. В. Влияние электромагнитных полей и излучений на биообъекты / А. В. Ковалева // Актуальні питання біології, екології та хімії. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 64-85.
7. Коршак Є. В. Фізика: підруч. для 11 кл. (рівень стандарту) / Є. В. Коршак, О. І. Ляшенко, В. Ф. Савченко. – К.: Генеза, 2011. – 256 с.
8. Лещенко В. Г. Медицинская и биологическая физика: учеб. пособие / В. Г. Лещенко, Г. К. Ильич. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 552 с.
9. Медична і біологічна фізика: підруч. для студ. / О. В. Чалий, Б. Т. Агапов, Я. В. Цехмістер [та ін.]; за ред. О. В. Чалого. – К.: Книга плюс, 2005. – 760 с.

10. Остафійчук Д. І. Магнітне поле. Магнітобіологія. Магнітотерапія (огляд літератури) / Д. І. Остафійчук, В. В. Волощук, Ю. А. Білобрицький // Буковинський медичний вісник. – Чернівці: Вид-во Буковинського держ. медич. ун-ту, 2016. – Том 20. – № 3 (79). – С. 215-218.
11. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика: учеб. для вузов / А. Н. Ремизов, А. Г. Максина, А. Я. Потапенко. – М.: Дрофа, 2010. – 558 с.
12. Садовий М. І., Трифонова О. М. Методичні проблеми створення засобів діагностики знань студентів // Педагогічні науки. – Херсон: Вид. дім: «Гельветика», 2016. – Вип. LXXI. Т. 1. – С. 64-70
13. Сиротюк В. Д. Фізика: підруч. для 11 кл. (рівень стандарту) / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. – Харків: Сіцзя, 2011. – 304 с.
14. Стадніченко С. М. Формування системи знань про рентгенівське випромінювання в студентів вищих медичних закладів // Зб. наук. праць «Педагогічні науки» / За ред. В. Л. Федяєвої. – Херсон: В-во «Вид. дім «Гельветика», 2016. – Вип. LXXII, Т. 1. – 180 с. – С. 158-165.
15. Тиманюк В. А. Биофизика: учеб. для студентов вузов / В. А. Тиманюк, Е. Н. Животова. – К.: Изд-во НФАУ, 2003. – 704 с.
16. Физиотерапия [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=p_huLFLLeJ3Q
17. NG: С точки зрения науки: Дело о планете Земля: Магнитное поле Земли [Електронний ресурс] – 2009. – Режим доступу: https://www.youtube.com/watch?v=Nn73vBq_QT0

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Стадніченко Світлана Миколаївна – старший викладач, кандидат педагогічних наук, доцент, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України»

Коло наукових інтересів: дидактика медичної біофізики.