

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



ІНСТИТУТ МЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ



«ФІЗИКА ТА МЕДИЦИНА У СУЧАСНОМУ ЖИТТІ»

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Випуск № 7
(19–21 травня 2021 року)

Одеса – 2021

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



**ІНСТИТУТ МЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**



«ФІЗИКА ТА МЕДИЦИНА У СУЧАСНОМУ ЖИТТІ»

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
VII ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Випуск № 7
(19–21 травня 2021 року)

Збірник розглянутий та затверджений
на засіданні кафедри БМІ, ІМІ,
протокол № 9 від 24 травня 2021 р.

Одеса – 2021

«Фізика та медицина у сучасному житті», Збірник тез доповідей VII Всеукраїнської науково-технічної конференції, Випуск 7. – Одеса: ОП, ІМІ, кафедра біомедичної інженерії / Укл.: Дудзінський Ю.М., Манічева Н.В., Сакун С.К. – 2021. – 154 с.

Укладачі: Дудзінський Ю.М., д.ф.-м.н., проф.
Манічева Н.В., к.т.н., доц.
Сакун С.К., ст. викл.

У виданні «Фізика та медицина у сучасному житті», збірник тез доповідей VII Всеукраїнської науково-технічної конференції публікуються роботи, представлені в рамках наукової конференції студентів та молодих вчених, яка відбулася 19-21 травня 2021 року в Державному університеті «Одеська політехніка» на кафедрі біомедичної інженерії інституту медичної інженерії. Тематика тез дуже різноманітна та охоплює багато актуальних проблем сучасних фундаментальних наук. Усі представлені матеріали були рекомендовані до публікації організаційним комітетом кафедри БМІ. Тези публікуються у тому вигляді, в якому були представлені авторами, вони не редагувалися.

Порядок роботи конференції

<i>Дати проведення</i>	<i>19-21 травня 2021 року</i>
Перше пленарне засідання, засідання секцій	19 травня 14.00 год.
Засідання секцій (за розкладом роботи секцій)	20 травня 14.00 год.
Заключне пленарне засідання, засідання секцій	21 травня 14.00 год.

Загальний регламент конференції

Доповідь на пленарному засіданні – 10 хв.

Доповідь на секційному засіданні – 7 хв.

Обговорення доповіді – 5-10 хв.

Довідки – 3 хв.

Мова конференції – українська, російська.

Організаційний комітет

Голова:

- Дудзінський Ю.М. – д.ф.-м.н., професор кафедри БМІ

Члени оргкомітету:

- Тітова Н.В. – д.т.н., доцент, професор, завідувачка кафедри БМІ;
- Манічева Н.В. – к.т.н., доцент кафедри БМІ;
- Смолякова І.Д. – к.пед.н., доцент, завідувач кафедри ФВС;
- Ярова І.А. – к.т.н., доцент, доцент кафедри УСБЖ.

Секретар оргкомітету:

- Сакун С.К. – старший викладач кафедри БМІ

**СЕКЦІЯ 1: ФІЗИЧНІ ЯВИЩА ТА ФІЗИЧНІ СИСТЕМИ В БІОЛОГІЇ,
МЕДИЦИНІ ТА ТЕХНІЦІ**

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕДОБОРУДОВАНИЯ

Дудзинский Юрий Михайлович

д.ф.-м.н., профессор

Нечитайло Валерия Александровна

студентка гр. СБМ-191

Научный руководитель

Державний університет «Одеська політехніка»

г. Одесса, Украина

lerochkanechitaylo@gmail.com

Аннотация. Ультразвук, не только ускоряет процесс очистки, но и при этом получает высокую степень очистки, вместе с тем уменьшает физический труд и обеспечивает безопасность от пожароопасных или токсичных растворителей. Ультразвуковая энергия с помощью преобразователя звуковых волн высокой частоты, преобразуется с высокочастотной электрической энергии. Мощность очистительного устройства зависит от преобразователя.

Ключевые слова: ультразвук, энергия, медоборудования, кавитация, проникновение ультразвуковых волн.

Ультразвуковая очистка – наиболее популярная среди косметологов, врачей и стоматологов. Ультразвуковая мойка работает по принципу ультразвуковых волн [1]. Ультразвуковые волны заставляют жидкость в емкости вибрировать, таким образом позволяет очистить поверхность от грязи, ржавчины даже в труднодоступных местах. Данную чистку принято считать щадящей, поэтому ее можно использовать для таких предметов как: часы, ювелирные изделия, оптика, зубные протезы, CD и DVD диски, хрусталь, столовое серебро, но только изделия из металла.

Стерилизацию инструментов можно проводить как в обычной воде, так и в воде с использованием небольшого количества специального раствора, для получения усиленного результата [1].

По сравнению с традиционными методами ультразвуковая очистка позволяет

- свести к минимуму применение ручного труда;
- провести очищения и обезжиривания без органических растворителей;
- очищать труднодоступные участки изделий и очищать все виды загрязнений;

Ультразвуковая очистка, основана на воздействии на загрязненные поверхности ударной волны, полученной в результате схлопывания миллионов микроскопических кавитационных пузырьков, образующихся в результате воздействия на чистящий раствор ультразвуковых волн. Ультразвуковой очистке подвергают также хирургические и стоматологические инструменты, а также детали сложной конфигурации (в машиностроительных, металлургических, металлообрабатывающих и других производственных процессов) [2].

Кавитация – нежелательное явление, которое считается причиной возникновения поломок. Фактически, кавитация приводит к относительной потере эффективности работы устройств, таких как насосы и винты, вызывая шум и повреждая их компоненты.

Некоторые физические свойства кавитации можно использовать в полезных целях, например, для очистки драгоценностей, учитывая компонентов и других небольших частей или применяются в военно-морской сфере (супер кавитационной торпеды) [2].

Другой сферой применения кавитации является медицина: контролируемое излучения ультразвука приводит к появлению микропузырьков вакуума во внеклеточных жидкостях, которые после достижения максимального размера лопаются, разрушаются (рис. 1). Этот процесс приводит к проницаемости адипоцитов и их диспергации, что в результате приводит к высвобождению триглицеридов и жирных кислот, которые они содержат.



Рис. 1. Рассеивания микро-пузырьков в жидкости

В зависимости от вида загрязнений лучше использовать:

- до $(1 \dots 3) \text{ Вт/см}^2$ – для масляных и жировых загрязнений при механической обработке изделий или растворимых в моечной жидкости осадков легко удаляются
- от 3 до 10 Вт/см^2 – для загрязнений полировальных и притирочных паст, завернутых при обработке давлением физических загрязнений и масел, полимеризованных масел;
- более 10 Вт/см^2 – для загрязнений, трудно удаляются (лаковых пленок, травильных шламов и т.д.).

Для очистки длинных каналов малого диаметра используется высоко-амплитудная очистка колебаниями с интенсивностью до 100 Вт/см^2 .

Устройство ультразвуковой ванны. Основными элементами конструкции ультразвукового очистителя, является сосуд (размер которой зависит от назначения очистителя), ультразвуковой генератор, преобразователь электрической энергии в механическую [3]. Емкость, в которую помещаются чистящий раствор и обрабатывается объект, может быть как небольшой, так и более крупных размеров. Кроме того современные ультразвуковые ванны (рис. 2), как правило, оснащены электронным блоком управления, таймером, регулятором мощности [4].



Рис. 2. Ультразвуковые ванны

Выводы. Ультразвуковая очистка используется очень давно и хорошо зарекомендовало себя во многих отраслях промышленности. С помощью ультразвука можно добиться высокого качества очистки, при котором удаляются даже микроскопические частицы загрязнения, которые трудно удалить другими методами. Очистка ультразвуком позволяет не разбирать предварительно сложные узлы и механизмы, удаляет загрязнения из трещин, обеспечивает стабильный результат при экономии времени.

Список литературы

1. Ультразвуковая технология. / Под ред. Б.А.Аграната. – М.: Металлургия, 1974. – 504 с.
2. Келлер О.К. Ультразвуковая очистка [Текст] / О.К.Келлер, Г.С.Кротыш, Г.Д. Лубяницкий. – Л.: Машиностроение, 1977. – 325 с.
3. Хмелев В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н.Хмелев, А.Н.Сливин, Р.В.Барсуков, С.Н.Цыганок А.В.Шалунов // Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск : Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203с.
4. Ультразвук. Маленькая энциклопедия / Глав. ред. И.П.Голямина. – М. : Советская энциклопедия, 1979. – С. 242–247.

ЗАСТОСУВАННЯ ОЗОНОТЕРАПІЇ У СУЧАСНІЙ МЕДИЦИНІ

Піротті Євген Леонідович

д.т.н., професор

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Манічева Наталя Віталіївна

к.т.н., доцент

Свириденко Лілія Олегівна

студент гр. СБМ-171

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

vmanichev@ukr.net

svyrydenkoliliya130@gmail.com

Анотація. У наш час досить часто зустрічаються різні захворювання, які потребують своєчасного лікування. Лікування не завжди може бути медикаментозним. Існує такий немедикаментозний спосіб як озонотерапія. Немедикаментозні методи набувають актуальності в боротьбі з інфекційними агентами, які обмежують вживання лікарських засобів, що впливає при цьому на патологічний процес, покращуючи метаболізм та активуючи захисні реакції організму. Такий метод як озонотерапія застосовують для профілактики низки захворювань та їх лікування внутрішньовенно. Використання такої методики лікування підвищує стійкість організму до негативних впливів.

В сучасному часі озонотерапія поширена в багатьох сферах медицини, а саме в неврології — це лікування ішемічного інсульту, вегето-судинної дистонії, захворювання периферичної нервової системи. Часто практикують даний метод в дерматології — позбавлення нейродерміту, гострих конділом, псоріазу, піодермії та екземи.

Гастроентерологія та проктологія теж використовує озонотерапію для реабілітації хворих на виразкову хворобу шлунку та дванадцятипалої кишки, хронічний гастрит і гастродуоденіт, гострі і хронічні гепатити.

Кардіологія проводить лікування ішемічної хвороби серця, атеросклеротичного ураження судин, гіпертонічної хвороба, а також порушення серцевого ритму. Також застосовується така методика у гінекології та урології (гострі і хронічні запальні захворювання статеві сфери, хронічний уретрит і простатит генітальний герпес, профілактика різних післяопераційних ускладнень), захворювання органів дихання (бронхіти і пневмонії, бронхіальна астма, туберкульоз легень) та при патології органів опори і руху (артрози і артрити).

Мета. Дослідити озонотерапію та її біохімічні основи ефективності.

Методи озонотерапії:

1. Пиття озонованої води.
2. Автогемотерапія з озоном, озонування крові.
3. Введення фізрозчину з озоном внутрішньовенне.
4. Введення озону підшкірно.
5. Ректальні інсуляції озоном.
6. Озонова олія для внутрішнього та зовнішнього застосування.

Всі методики, які були вказані вище призначаються індивідуально для кожного пацієнта в залежності від виду захворювання.

Ключові слова: озонотерапія, реакції, немедикантозний, фосфатидилінозитол, структура.

Озонотерапія являється одним із нових способів лікування та профілактики немедикаментозним способом з використанням медичного озону. Так як в молекулі озону міститься три атома кисню, то він являється його алотропною модифікацією. Найчастіше для синтезу озону вихідною речовиною являється молекулярний кисень (формула якого O_2), а сам процес описується рівнянням $3O_2 \rightarrow 2O_3$ [1]. Діє озонотерапія як протизапальний, імуномодуючий та противірусний препарат. Процедура підвищує загальну опірність організму до інфекції і вірусів. Озонотерапія беззаперечно може замінити антибіотики, які застосовують при лікуванні запальних процесів і інфекціях різного походження.

Озону притаманна біохімічна тропність до сполук із подвійним C=C-зв'язком, а саме, до поліненасичених жирних кислот, що входять до складу фосфоліпідів клітинних мембран. У результаті біохімічних процесів реалізуються основні біологічні ефекти озону, завдяки утворенню проміжних перекисних сполук [2].

До нашого часу було добре вивчено реакції озону з ліпідами, що мають подвійні зв'язки. В результаті таких реакцій утворюються продукти озоноліза ліпідів. Ці сполуки здатні змінювати структуру і функцію клітинної мембрани, яка стає більш еластичною. Ці зміни впливають на третинну структуру мембрановбудованих білків таких як ферменти, канали провідності для катіонів та аніонів, рецептори.

Серед ліпідів, які здатні вступати у взаємодію з озоном є такі, при яких змінюючи стан вони стають тригерним механізмом в запуску цілих каскадних реакцій – фосфатидилінозитол. Цей фосфоліпід відноситься до вторинних месенджерів і при окисленні утворює діацилгліцерол, що включає внутрішньоклітинну передачу сигналу з зовнішньої мембрани на геном з подальшим фізіологічною відповіддю організму. Вплив озону на сфінгомелін регулює сфінгомеліновий цикл, відповідальний за процеси апоптозу. Окислення фосфатидилсерина запускає подібні реакції апоптозу [3].

Озон може реагувати з амінокислотами, пептидами і білками, крім ліпідів. В результаті цього може змінюватися кількість амінокислот, що містять SH-зв'язку, що є пастками вільних радикалів. Різноманітні пептиди складають більшу частину молекул середньої маси. Токсичність організму знижує саме зменшення їх. Взаємодія з білками, зокрема з білками плазми, змінює їх структуру і, відповідно, функції, а це численні реакції

транспорту різних найважливіших компонентів, гормонів, вільних жирних кислот, антиоксидантні, інгібіторні і активаторні ефекти.

Озон – хімічна речовина, яку відкрив нідерландський фізик Ван Марум у 1785 році. У 1832 році професор Базельського університету К.Ф. Шонбейн опублікував свої дослід з отримання озону з води шляхом електролізу (Рис. 1). Почали застосовувати його у медицині приблизно 1911 року, коли М. Еберхарт використав озон у лікуванні туберкульозу, анемії, пневмонії та діабету. Від цього часу і до сьогодні озон широко застосовується практично у всіх галузях медицини через свої унікальні властивості [4].

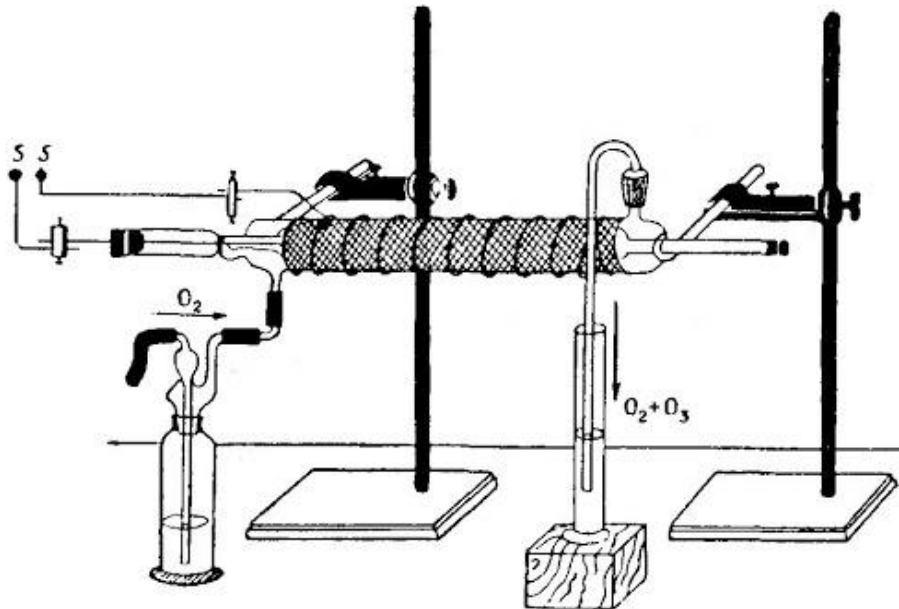


Рис. 1. Схема отримання озону в лабораторії

Таким чином, попередній аналіз результатів лікування із застосуванням озону показав, що запропонований метод відрізняється простотою застосування, добре переноситься, економічною доступністю і може істотно підвищити ефективність лікувально-реабілітаційного впливу.

Однак протипоказання до озонотерапії існують:

- порушення згортання крові;
- гострі фази серцево-судинних захворювань;
- внутрішні кровотечі;
- епілепсія;
- захворювання щитовидної залози;
- індивідуальна непереносимість.

При цьому вона досить проста в лікуванні низки захворювань, майже не має побічних ефектів, тому добре переноситься багатьма пацієнтами.

Висновок. Методика озонотерапії застосовується для лікування та профілактики багатьох хвороб: цукрового діабету, ангіопатії, полінейропатії, ретинопатії, діабетичної стопи, бронхіальної астми, хронічного бронхіту та пневмонії, ішемічної хвороби серця, гіпертонічної хвороби, розсіяного склерозу, вегето-судинної дистонії, ішемічного інсульту, мігрені, цирозу печінки, псоріазу, нейродерміту, екземи, при профілактиці грипу та вірусних інфекцій, виразкової хвороби шлунка, хронічних гастритів, колітів, хронічного гепатиту та ін.

Озонотерапія є допоміжним методом в лікуванні низки захворювань або станів, що спричиняють кисневе голодування на клітинному рівні. Процедура покликана поліпшити

вироблення біологічно активних сполук та споживання клітинами глюкози і, як наслідок, збалансувати роботу органів та систем. Тому озонотерапія займає не останнє місце серед методів традиційної медицини, добре доповнює та використовується в більшості медичних закладах України.

Список літератури

1. Розчинність озону в рідинах: – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<https://biamed.by/stati/ozonoterapiya-v-nevrologii/>>.
2. Сучасна фізіотерапія та діагностика в стоматології: Підручник / А. М. Потапчук, П. П. Добра, В. В. Русин, О. Ю. Рівіс. – Ужгород : ФОП Бреза А. Е., 2012.
3. Біохімічні основи ефективності озонотерапії: – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <<http://initor.by/biohimicheskie-osnovy-effektivnosti-ozonoterapii/>>.
4. Безрукова И. В. Озонотерапия в пародонтологической практике // И. В. Безрукова, Н. Б. Петрухина. – М. : ООО «Медицинское информационное агентство», 2008.

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЖИВІ ТКАНИНИ

Манічева Наталя Віталіївна

к.т.н., доцент

Ніколаєва Аделіна Юріївна

студентка гр. СБМ-181

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

vmanichev@ukr.net

ad.nikolaieva@gmail.com

Анотація. Предметом вивчення буде сукупність явищ, що виникають при впливі фізичних полів на біологічні об'єкти, а метою вивчення – подальше використання позначених явищ в якості методологічної основи для створення діагностичних медичних приладів, конструювання терапевтичних апаратів і систем, визначення допустимих доз впливу фізичних полів на біологічні об'єкти, включаючи людину.

Ключові слова: електромагнітне поле, ЕМП, медицина, медична апаратура, фізичне поле.

Вплив ЕМП на живий організм залежить від багатьох факторів: тип ЕМП, його характеристики, властивості середовища, на яку воно впливає. А від частоти поля залежить напрямок біологічного впливу ЕМП. Вплив електромагнітного поля на живі організми все ще досконально не вивчено, в силу складності будови «піддослідних» [1, с. 265]. Достовірно встановлено хіба, що збільшення резистентності організму до дії ЕМП при збільшенні розміру організму. Таким чином виходить, що вплив відбивається куди сильніше на одноклітинних [2, с. 164], ніж на куди більш складному організмі – людині. Що, власне, і дозволяє застосовувати медичну апаратуру, що утворить під час роботи електромагнітне поле, рівно, як і різні ефекти безпосереднього впливу ЕМП на живу тканину і / або клітку, про що буде говоритися далі.

Однак, існує кілька гіпотез, за допомогою яких можна пояснити біологічний вплив зазначеного чинника. В основному ті зводяться до відображення струмів в тканинах і безпосередньому впливу на клітинному рівні. В даний час, так як біологічні системи є слабوماгнітних об'єктами, досить важко пояснити вплив на них використовуваних з лікувальною метою слабких (5-50 мТл) МП [3, с. 271], [5, с. 51], [6, с. 3]. Інформація про

ймовірні механізми первинного (фізико-хімічного) дії постійних і змінних МП на біологічні об'єкти представлена наступним чином:

1. Енергія магнітного поля великих анізотропних діаманітних частинок може перевищувати енергію теплового руху макромолекули, і тому МП навіть терапевтичних доз можуть індукувати зміна орієнтації і концентраційні зміни біологічно активних агентів (ферментів, нуклеїнових кислот, складних протеїдів і ін.), Що проявляється в зміні кінетики біохімічних реакцій і швидкості біофізичних процесів, в яких розглядаються з'єднання беруть участь. У МП можуть орієнтуватися не тільки біологічно активні макромолекули, а й надмолекулярні і клітинні структури. Одним із прикладів такої орієнтації є вибудовування ланцюжків еритроцитів при дії МП [7, с. 67].

2. Внаслідок впливу МП на хімічні реакції, що протікають в біологічних об'єктах відповідно до вільно радикальним механізмом, змінюються швидкості біохімічних реакцій, що протікають за участю кисню, а також швидкості більшості ферментативних реакцій, що визначають найбільш важливі для життєдіяльності організму процеси.

3. У механізмі первинного дії МП велике значення має орієнтаційна перебудова рідких кристалів (РК), що складають основу багатьох внутрішньоклітинних структур. ЖК мають анізотропію магнітних властивостей, яка обумовлена наявністю в їх структурі бензольних кілець. Є результати теоретичних розрахунків і непрямі експериментальні дані, на підставі яких зроблено висновок про те, що РК можуть бути магнітно-анізотропними структурами клітин крові і синовіальної рідини (СЖ), які орієнтуються в МП [8, с. 12], [9, с. 165]. Деформації рідкокристалічних мембран можуть вплинути на їх проникність, що грає велике значення в регуляції біохімічних процесів і виконанні мембранами їх біологічних функцій.

4. Під впливом зовнішніх МП збільшується стійкість квазікристалічної структури води, що тягне за собою зміну процесу обміну речовин в клітині і може впливати на фізико-хімічні процеси в організмі, наприклад, на виконання специфічних функцій молекулами білків, нуклеїнових кислот, полісахаридів та інших макромолекул, що утворюють з водою єдину систему.

5. При дії МП компоненти системи з різними магнітними і електричними властивостями будуть здійснювати коливальні рухи, векторні параметри яких можуть не збігатися за напрямком. Внаслідок цього для частини іонів, одним з важливих чинників регуляції, може спостерігатися розрив їх зв'язку з макромолекулами і зменшення гідратації, і обумовлене цим збільшення іонної активності. Що є передумовою стимуляції клітинного метаболізму [10, с. 79].

6. Магнітогідродинамічним зменшення швидкості циркуляції провідних рідин в живому об'єкті [11, с. 15]. Теоретично обґрунтовано, що МП, які застосовуються в медицині, можуть чинити істотний вплив на перебіг біологічних рідин у великих судинах. Зі зменшенням діаметра посудини магнітогідродинамічний ефект стає менш значним.

7. У змінному МП, поряд з діаманетизмом і парамагнетизмом біологічних об'єктів, можуть з'являтися індуковані змінні ЕМП, які виникають при будь-якій зміні МП. Напруженість індукованого електричного поля прямо пропорційна швидкості зміни МП. Так як в тканинах є вільні заряди, іони або електрони, індуковане електричне поле викличе їх рух, тобто електричний струм. При приміщенні людини в змінне МП напруженістю 10 кВ/м щільність індукційного струму в його тілі становить приблизно $(0,15 \dots 1,5) \times 10^{-5}$ А/м². Індукційний струм надає багатоаспектний біологічне дію [12, с. 183].

Таким чином, постійне МП може впливати на живі системи внаслідок обумовлених їм діа- і парамагнітних ефектів, а змінне – ще і внаслідок генерації змінних електричних струмів. Розглянуті механізми реалізуються в організмі людини за участю багатьох білкових структур, що відрізняються на субмолекулярному, молекулярному і надмолекулярному рівні.

Що відбуваються в них зміни трансформуються в реакції клітин, тканин і реакції організму в цілому.

На практиці тканини організму практично діамagnetні. Однак в організмі є парамагнетні речовини, молекули і іони. Власне магнетне поле тіла людини виключно слабе [13, с. 258], Але в деяких випадках магнетну індукцію полів людини вдається надійно вимірювати і застосовувати практично. Так, наприклад, можливість реєстрації тимчасової залежності індукції МП серця (біострумів серця) використана при створенні магнетокардіографії як методу діагностики. Основні медичні методи, засновані на вимірі МП тіла людини, магнетокардіографія (МКГ) і магнітоенцефалографія (Мег). Перевагою МКГ порівняно з традиційною електрокардіографією (ЕКГ) є можливість визначення місця розташування джерел поля з похибкою порядку 1 см.

Експериментальним шляхом було встановлено, що тривалий вплив на новонароджених кроликів, щурів і мишей електромагнетних полів промислової частоти [14, с. 41] (10...14 кВ/м; 50 або 60 Гц; синусоїдальна форма хвилі; (21...24) год. на добу) може викликати ураження або навіть важкі ушкодження нервової системи. У великих нервових клітинах спостерігалися реактивні зміни, яким піддалися пластинчасті тіла. Також спостерігалися зміни цитоскелету, в ступені, що варіюється в залежності від умов впливу. Одночасно з чим можливі реактивні зміни нейроглії і збільшення нейрогліальних маркерних білків. Зміни здавалися оборотними, виходячи з наявних даних.

Інші експерименти з цієї ж серії показали, що вплив *in vitro* на сідничний нерв жаби синусоїдальним слабким струмом (50...1000) нА на частотах (16...60) Гц протягом 17 годин знову ж викликало зміни цитоскелету [15, с. 46], а вплив на кроликів імпульсними мікрохвилями від помірної до високої інтенсивності протягом 1 год в день протягом трьох діб взагалі не привела до очевидних початковим змін в поведінці [16, с. 310], [17, с. 809]. Тим не менше, через два-чотири місяці і пізніше мали місце як структурні, імуногістохімічні, так і біохімічні зміни в піддослідних організмах.

Загалом процеси, викликані дією ЕМП мають, в основному, неспецифічний характер і пов'язані зі зміною активності регуляторних систем організму.

Говорячи про вплив ЕМП конкретно на людину варто відзначити, що всі діапазони електромагнетного випромінювання так чи інакше впливають на здоров'я людей і зазвичай мають віддалені наслідки. Так, наприклад, радіолокаційні техніки, випадково які зазнали на роботі тривалому впливу мікрохвиль, виявили психоневрологічні ознаки ураження нервової системи, а також спостерігалися зміни в структурі білків спинномозкової рідини. Надання впливу електромагнетних полів на нервову тканину, від промислової частоти до мікрохвиль, може спричинити за собою широкий спектр ефектів, в основному за рахунок механізмів, про які ми поки ще мало знаємо [18, с. 119].

З іншого боку, під впливом імпульсного низькочастотного ЕМП відбувається активізація гальмівних систем центральної нервової системи, зниження її збудливості і нормалізації балансу основних нервових процесів «збудження-гальмування» в ЦНС. Все це, в свою чергу, призводить до нормалізації процесу довільного розслаблення скелетних м'язів, підвищенню його швидкості і до збільшення потужності гальмівної-релаксаційної функціональної системи термінової адаптації і захисту організму від екстремальних впливів

Потенційно корисні взаємодії досліджуються в різних контекстах, наприклад:

- лікування раку на основі ЕМП;
- вплив ЕМП / стимуляція збудливих тканин і клітин (периферичні нерви, ЦНС), модуляція нервових сигналів для керування функціями органів, як потенційно потужний спосіб лікування багатьох захворювань і станів;
- вплив ЕМП / стимуляція незбудливих тканин для лікування, зростання або регенерації тканин.

Магнітотерапія – один з найстаріших методів фізіотерапії. Багато відомих лікарів протягом історії мали свої варіації щодо лікування магнітом. З тих пір як було встановлено зв'язок між факторами ризику багатьох захворювань і зміною напруженості і інших характеристик магнітного поля Землі, сфера застосування магнітотерапії зросла. В даний час МП є одним з найбільш часто використовуваних лікувальних факторів, не в останню чергу за рахунок безпосереднього збільшення кількості антропогенних джерел ЕМП.

Дослідження тривають як в наукових, так і в лікувальних установах. Все ще існують сумніви щодо дійсності наявності лікувальних властивостей магнітів. Проте, основні механізми впливу магнітних полів на біологічні організми, що дозволяють розвивати магнітну терапію, відомі. Ці механізми включають в себе:

- 1) збільшення кровотоку в результаті збільшеного вмісту кисню (обидва ці явища лежать в основі здатності організму до самовідновлення);
- 2) зміна швидкості міграції іонів кальцію, в результаті чого, з одного боку, кальцій швидше надходить в зламану кістку, і вона швидше зростається, а з іншого боку, кальцій швидше вимивається з хворого ураженого артритом суглоба;
- 3) зміна кислотно-лужного балансу (ph) різних рідин в тілі людини і тварин (дисбаланс часто є наслідком хвороби);
- 4) зміна вироблення гормонів ендокринними залозами;
- 5) зміна ферментної активності та швидкостей різних біохімічних процесів,
- 6) зміна густини крові.

Якщо обґрунтованість застосування магнітної терапії до сих пір залишається під питанням, то існує дуже широке коло медичних приладів і пристроїв, методів діагностики і лікування, способів боротьби з різними медичними проблемами, в яких магнітні явища і властивості магнітних матеріалів не тільки з успіхом використовуються, але це використання є науково виправданим.

Магнітно-резонансна томографія (ядерно-магнітна резонансна томографія, МРТ, ЯМРТ, NMR, MRI) - нерентгенологічний метод дослідження внутрішніх органів і тканин людини. Тут не використовуються рентгенівські промені, що робить даний метод безпечним для більшості людей.

Обстежувана частина тіла пацієнта поміщається в однорідне імпульсне магнітне поле великої інтенсивності. Різні тканини тіла людини поглинають поле в різного ступеня, що дозволяє за допомогою комп'ютерної обробки створювати візуальну картину тіла пацієнта.

Технологія МРТ досить складна: використовується ефект резонансного поглинання атомами електромагнітних хвиль. Людину поміщають в магнітне поле, яке створює апарат. Молекули в організмі при цьому розгортаються відповідно до напрямлення магнітного поля. Після цього радіохвилею проводять сканування. Зміна стану молекул фіксується на спеціальній матриці і передається в комп'ютер, де проводиться обробка отриманих даних.

На відміну від комп'ютерної томографії МРТ дозволяє отримати зображення патологічного процесу в різних площинах. Магнітно-резонансний томограф за своїм зовнішнім виглядом схожий на комп'ютерний. Дослідження проходить так само, як і комп'ютерна томографія. Стіл поступово просувається уздовж сканера. МРТ вимагає більше часу, ніж КТ, і зазвичай займає не менше 1 години (діагностика одного розділу хребта займає 20-30 хвилин).

МРТ краще за інших діагностичних методів візуалізує деякі структури головного і спинного мозку, а також нервові структури. У зв'язку з цим вона частіше використовується для діагностики ушкоджень, пухлинних утворень нервової системи, а також в онкології, коли необхідно визначити наявність і поширеність пухлинного процесу. Список захворювань, які можна виявити за допомогою МРТ, значний: запальні, дистрофічні і пухлинні ураження судин і серця, органів грудної та черевної порожнини, поразка лімфатичних вузлів, паразитарні процеси та інші патології.

Метод особливо ефективний для вивчення динамічних процесів (наприклад, стану кровотоку і результатів його порушення) в органах і тканинах.

Магнітна стимуляція – застосовується при лікуванні психічних розладів. В ході цієї процедури для коригування роботи хворого мозку використовуються потужні змінні магнітні поля.

При проведенні процедури магнітної стимуляції використовується спеціальний прилад, від якого виходить щільно сфокусоване магнітне поле, досить потужне для того, щоб почуватися на відстані руки. Якщо джерело розташоване навпроти черепа пацієнта, при включенні-виключенні магнітного поля в мозку пацієнта створюється електричний струм, таким же чином, як рухомий магніт створює струм в котушці. Вченим-медикам вдалося правильно підібрати місце розташування магніту, при якому створюваний ним струм дуже ефективний при лікуванні депресії. Поліпшення при цьому виді захворювання становить за спостереженнями не менше 50%.

Магнітна стимуляція також з успіхом використовується при обсесивно-компульсивном і біполярному розладах, так само при епілепсії. Останнім часом TMS-терапію стали успішно застосовувати і при лікуванні шизофренії.

Вчені не прийшли до єдиної думки про механізм дії приладу для TMS. Найімовірніше, що електричний струм, створюваний магнітами, змушує нейрони в опромінюваній частини мозку ставати більш збудливими. Важко збудливі нейрони вимагають щодо великої кількості електрики, щоб стати активними. Встановлено, що якщо вдасться підвищити збудливість нейронів до нормального рівня, то це дозволить позбутися від депресивних симптомів. Цей принцип дії подібний до електрошокової терапії. Але електрошок вимагає загальної анестезії і може викликати конвульсії, занепокоєння, а також тимчасову втрату пам'яті. Прилад TMS генерує струм безпосередньо в мозку пацієнта, що дозволяє лікарям використовувати значно менші рівні енергії. До того ж найважчий побічний ефект від такої процедури – мігрень.

Що відносно використання ЕМП для лікування онкохворих, тут існує декілька варіантів застосування досліджуваних явищ.

Магнітні кур'єри. Магнітні частинки, прикріплені до біомолекул, частинкам ліки, або ж діагностичного агенту. Використовувані в якості міток інших молекул, вони можуть бути детектировані за допомогою високочутливої магніторезистивної системи-сенсора, що працює, наприклад, на ефекті гігантського магнітоопору. З іншого боку, молекулами, прикріпленими до магнітних кур'єрам, легко можна маніпулювати за допомогою зовнішнього магнітного поля. Це стосується як процесу доведення, скажімо, ліки, до певного органу людини, так і утримання його в цьому органі.

Магнітокеровані сепаратори. Застосовується для очищення кісткової тканини від шкідливих клітин, для подальшої трансплантації клітин кісткового мозку. Для чого здійснюється сепарація клітин в магнітному полі. Магнітокеровані сорбенти – це з'єднані разом феромагнітні частинки і антитіла - штучні утворення, які притягують або здорові, або уражені клітини. У першому випадку це позитивна, у другому – негативна імуносорбція. І якщо оброблений таким чином кістковий мозок помістити в магнітне поле, відбудеться розподіл (сепарація) складових його клітин на "погані" і "хороші". Останні відокремлюють від перших і поміщають в окремі ємності, попередньо звільняючи від магнітокерованих сорбентів, де і зберігають до моменту трансплантації.

Магніто-рідинна гіпертермія. Призначений для терапії однієї з найбільш злоякісних форм пухлини головного мозку – гліобластоми. Метод полягає в тому, що в пухлинну тканину під наркозом вводиться рідина, що містить мікроскопічні частинки заліза, які поглинаються раковими клітинами. Потім пухлина піддається впливу зовнішнього магнітного поля, в результаті чого наночастинки заліза нагріваються до температури 45 градусів Цельсія. Таке нагрівання руйнує пухлинну тканину і одночасно підсилює ефективність подальшої променевої терапії. Однак, лікування ефективне поки лише на

ранніх стадіях захворювання. Наночастки заліза надходять в пухлину за допомогою надчутливої електронної навігаційної системи. Це робить можливим проводити лікування гліобластоми, яка залягає глибоко в тканинах мозку або розташовується поруч з ділянками мозку, що відповідають за мову і моторні функції.

Магнітні наночастинки застосовуються для руйнування ракових клітин. Конкретніше – багатофункціональні наночастинки під впливом магнітного поля можуть проникати в ракові клітини, проробляючи дірки в їх мембранах.

Магнітні частинки в якості маркерів для метастазів. Застосовується замість хірургічного втручання, яке не завжди може точно вказати всі місця розташувань уражених лімфовузлів. Цілями крихітних магнітних частинок стають не клітини пухлини, а клітини здорової тканини, зокрема, мікрофаги, – клас імунних клітин, які переміщуються через здорові лімфатичні вузли. Будучи захоплені мікрофагами, магнітні частинки змінюють магнітні властивості клітини, викликаючи, зокрема, зменшення сигналу, і "затуманення" лімфатичного вузла при спостереженні за допомогою техніки магнітно-резонансної томографії. У місцях розташування метастаз пухлинні клітини заповнюють лімфатичні канали, суттєво зменшуючи потік мікрофагов, і, тим самим, число частинок, замазують картинку. Перед дослідженнями пацієнтам ставилося внутрішньовенна крапельниця, що містить магнітні частинки в соляному розчині. Процедура МРТ, в ході якої обстежувалися лімфатичні вузли, проводилася через 24-36 годин.

Список літератури

1. Бинги В.Н., Савин. А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы // УФН. 2003. Т. 177, № 3. С. 265–300.
2. Взаимодействие живой системы с электромагнитным полем Р.Р. Асланян, С.В. Тульский, А.В. Григорян, Е.С. Бабусенко ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 16. БИОЛОГИЯ. 2009. № 4 \ <https://vestnik-bio-msu.elpub.ru/jour/article/download/164/163>
3. Белановский, А.С. Основы биофизики в ветеринарии / А.С. Белановский. – М. : Агропромиздат, 1989. – 271 с.
4. Ремизов, А.Н. Медицинская и биологическая физика: учеб. для вузов / А.Н. Ремизов, А.Г. Максина, А.Я. Потапенко. – 4-е изд., перераб. и дополн. – М. : Дрофа, 2003. – 560 с
5. Виктор, В.А. К механизму лечебного действия низкочастотного ЭМП. Часть 2. ЭМП – лечебный фактор прямого действия / В.А. Виктор, Ю.В. Малков
6. Магнитология. Вестник межд. медико-биолого-технической ассоциации магнитологов. – 1993. – № 1 (5). – С. 3–7.
7. Монич, В.А. Воздействие электромагнитных полей низкой интенсивности на мембраны эритроцитов / В.А. Монич, С.Л. Малиновская // Механизмы действия магнитных и электромагнитных полей на биологические системы: тезисы докладов I Всесоюзной конф., Ростов-на-Дону, 1989. – С. 67–69
8. Жидкие кристаллы: дискотические мезогены / Н.В. Усольцева [и др.]. – Иваново : Ивановский гос. ун-т, 2004. – 546 с
9. Браун, Г. Жидкие кристаллы и биологические структуры / Г. Браун, Д. Уолкен ; пер. с англ. под ред. Я.М. Варшавского. – М. : Мир, 1982. – 420 с.
10. Улащик, В.С. Введение в теоретические основы физической терапии / В.С. Улащик. – Минск : Наука и техника, 1981. – 238 с.
11. Дорфман, Я.Г. Физические явления, происходящие в живых объектах под действием постоянных магнитных полей / Я.Г. Дорфман // В кн. : Влияние магнитных полей на биологические объекты. – М. : Наука, 1971. – С. 15–23.
12. Влияние ЭМП на живые организмы // [Электронный ресурс]. – 2005. – Режим доступа: <http://www.medicreferat.com.ru/pageid=183-1.html>. – Дата доступа: 12.10.2011

13. Биофизика: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / В.А. Антонов [и др.] ; под ред. проф. В.Ф. Антонова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Гуманит. изд. центр «ВЛАДОС», 2003. – 288 с.
14. Akimova IM, Novikova TA. Subkлеточные механизмы воздействия слабых сверхнизкочастотных электромагнитных полей на кору головного мозга [Subcellular mechanisms of the action of weak extra-low frequency electromagnetic fields on the cerebral cortex]. *Biull Eksp Biol Med.* 1988 Jun;105(6):738-41. Russian. PMID: 3390596
15. McRee, D. I., and H. Wachtel. 1980. The effects of microwave radiation on the vitality of isolated frog sciatic nerves. *Radiat. Res.* 82:536-546. \ McRee, D. I., and H. Wachtel. 1982. Pulse microwave effects on nerve vitality. *Radiat. Res.* 91:212-218. \ Wachtel, H., R. Seaman, and W. Joines. 1975. Effects of low-intensity microwaves on isolated neurons. *Ann. NY Acad. Sci.* 247:46-62
16. Chou, C.-K., and A. W. Guy. 1973. Effect of 2450 MHz microwave fields on peripheral nerves. Pp. 318-310 in *Digest of Technical Papers. IEEE International Microwave Symposium* (Boulder, CO, June 1973).\
17. Courtney, K. R., J. C. Lin, A. W. Guy, and C.-K. Chou. 1975. Microwave effect on rabbit superior cervical ganglion. *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.* MTT-23: 809-813
18. Hansson HA. Effects on the nervous system by exposure to electromagnetic fields: experimental and clinical studies. *Prog Clin Biol Res.* 1988; 257:119-34. PMID: 3344267.

УДК 539.21

АКУСТИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ МОЛЕКУЛЯРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДИНИ

Манічева Наталя Віталіївна

к.т.н., доцент

Захарова Аліса Олегівна

студентка гр. СБМ-171

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

vmanichev@ukr.net

zakharova.6751411@stud.opu.ua

Анотація. Пропонується метод вимірювання нелінійного параметра рідин по співвідношенню першої і другої гармоніки при спотворенні акустичної хвилі. За величиною цього параметра визначається внутрішній тиск. Запропонований метод також дозволяє безпосередньо визначити міжмолекулярну відстань, в припущенні застосовності рівняння Тета для досліджуваних рідин.

Ключові слова: нелінійні хвильові ефекти, внутрішній тиск, гармоніка, акустична хвиля.

Довгий час вважалося, що в задачах поширення пружних хвиль (акустика) малої амплітуди самі хвилі не впливають на властивості середовища: рідкого, газоподібного або твердого. Тому передбачалося априорно, що це ніяк не вплине на поширення іншої хвилі в цій обуреній середовищі. Звідси впливав класичний принцип суперпозиції для акустичних хвиль. Такий стан являє собою наукову ідеалізацію. Якщо підвищити інтенсивність пружних хвиль (хвилі кінцевої амплітуди) при порівняно низьких частотах (до 200 кГц) або істотно підвищити частоту (~ 1 МГц) при відносно невеликих амплітудах, то принцип суперпозиції не виконується. Необхідно враховувати кінцівку амплітуди хвиль, коли виникає велика кількість нелінійних ефектів.

Наявність в рідинах органів органічних речовин (амінокислоти, жирні кислоти та ін.) призводить до посилення ефектів розсіювання звуку на звуці, взаємодії хвиль. У крові розчинене повітря, як на молекулярному рівні, так і незначна кількість мікроскопічних бульбашок. Це призводить до зниження порогового значення інтенсивності хвиль кінцевої амплітуди, при якому виникає явище кавітації. Ці нелінійні явища не завжди є шкідливими, з якими конструкторам доводиться боротися. Існують апарати біологічних і фармацевтичних технологій, медичні прилади, які успішно використовують ці ефекти.

Можна припустити, що виникнення вищих гармонік при викривленні вихідної гармонійної хвилі кінцевої амплітуди можна використовувати для експрес аналізу фізичних властивостей чистих рідин і особливо водних розчинів органічних речовин.

Теорія та методика вимірювання внутрішнього тиску в рідині. Для адіабатичного процесу в рідині часто використовується **рівняння Тета**:

$$\rho = P^* \left[\left(\frac{\rho}{\rho_0} \right)^n - 1 \right], \quad (1)$$

де P – надлишковий тиск в рідині, ρ – відповідна йому щільність рідини, ρ_0 – щільність при тиску, близькому до атмосферного $\rho = 0$, n – емпіричні константи [1, 2].

Часто в роботах по акустиці замість n використовується інший нелінійний параметр рідини [3, 4]:

$$\Gamma = \frac{B}{A} = n - 1 = \frac{\rho_0}{c_0^2} \frac{\partial c^2}{\partial \rho} \Big|_{\rho = \rho_0}, \quad (2)$$

де c_0 – швидкість звуку в незбуреному середовищі за умови $\rho = 0$. Параметр P^* прийнято називати "внутрішнім тиском". Він характеризує сили міжмолекулярного зчеплення в суцільному середовищі, в нашому випадку – в рідині.

З формули (1) випливає, що точне значення адіабатичного модуля пружності рідини [2]

$$K_{ad} = \rho \left(\frac{\partial p}{\partial \rho} \right) \Big|_s = n \rho + P^*. \quad (3)$$

При акустичних вимірах звуковий тиск ρ у багато разів менше, ніж P^* [2], тому для обчислення внутрішнього тиску можна користуватися формулою

$$P^* = \frac{K_{ad} \Big|_{\rho=0}}{n} = \frac{\rho_0 c_0^2}{n}. \quad (4)$$

Слід зазначити, що в роботі [1] наводиться інший, неточний зв'язок тиску з нелінійним параметром.

Внутрішній тиск P^* можна також визначити статичним методом. Як відомо [2], ізотермічний модуль пружності з точністю до членів другого порядку малості можна представити у вигляді

$$K_{из} = \rho \left(\frac{\partial p}{\partial \rho} \right) \Big|_r = \chi_1 \rho + P^*. \quad (5)$$

Скористаємося термодинамічних співвідношенням

$$\frac{K_{ad}}{K_{из}} = \frac{C_p}{C_v}, \quad (6)$$

де C_p , C_v – теплоємності при постійному тиску і об'ємі, відповідно.

Експериментальна установка і методика проведення досліджень. Схема експериментальної установки показана на рис. 1.

Ємність 1, заглушена шаром мікропористої гуми 2, заповнюється дистильованою водою. Як заглушки на поверхні води вільно плаває шар кульок з пінопласту 3. В якості

випромінювача використовується кварцова пластинка 4 на основній частоті 1.5 МГц. Досліджувана рідина або дистильована вода (при порівняльних дослідах) заливаються в кювету 5, габарити якої 50×150×200 мм. Кювету забезпечена звукопрозорості вікнами 6 з тефлоновим плівки товщиною 0.05 мм. Кювету 5 жорстко кріпиться в ємності 1. Зміна досліджуваної рідини проводилася без її демонтажу, тому що навіть невеликий зсув кювети може привести до додаткових похибок у визначенні внутрішнього тиску.

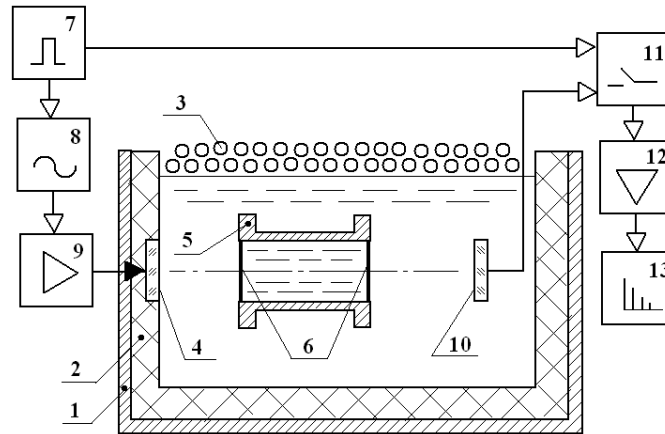


Рис.1. Функціональна схема експерименту.

Двоканальний генератор прямокутних імпульсів 7, збуджуючи резонансний генератор гармонійного сигналу 8, задає тривалість і період проходження радіоімпульсу з частотою 1.5 МГц. Потім вони через підсилювач потужності надходять на кварцовий вібратор 4, що створює акустичну хвилю. Акустичні імпульси після проходження (з перекручуванням) в досліджуваній рідкому середовищі перетворюються в електричний сигнал кварцовою пластинкою 10, потім через комутатор 11 і підсилювач 12 надходять на спектроаналізатор з пам'яттю 13. З іншого виходу генератора 7 прямокутний імпульс з регульованою затримкою часу надходить на комутатор 11 в якості керуючого сигналу. Тимчасова затримка відповідає часу проходження дистанції від випромінювача 4 до гідрофону 10. Період проходження задають імпульсів генератора 7 підбирається таким чином, щоб практично загасав ослаблений при відображеннях від звукопоглинальних покриттів 2 і 3 акустичний сигнал. Прилад 7 дозволяє також, при необхідності, ставити одиночний запуски імпульс в ручному режимі. Аналізатор спектра 13 забезпечений режимом "пам'ять" і зберігає на екрані спектрограму сигналу до приходу наступного імпульсу. Вимірювання нелінійного параметра n за абсолютними рівнями першої та другої гармонік вироблялося для дистильованої води. Потім після заміни в кюветі 5 рідини проводилося порівняння показань з результатами для води. При цьому враховувалося:

- що межа двох рідин, розділених тефлоновою плівкою, володіє певним коефіцієнтом прозорості D ,
- що частина шляху між випромінювачем і приймачем акустичний імпульс проходить у воді, навколишнього кювету 5 і володіє значенням константи n , взагалі кажучи, відмінною від відповідної константи досліджуваної рідини.

Будемо позначати величини, що відносяться до дистильованої води, штрихом, а до іншої рідини – двома штрихами. Одержимо зв'язок між нелінійними параметрами у вигляді

$$\frac{n^n + 1}{n' + 1} = \left[\frac{D'}{D^n} \frac{\rho_2''}{\rho_2'} \frac{X}{L} - \frac{X}{L} + 1 \right] \frac{\rho_0 c_0^3}{\rho_0 c_0'^3} \frac{D'}{D^n}, \quad (7)$$

де X – відстань між випромінювачем і приймачем, L – довжина кювети з досліджуваної рідиною, D – розрахунковий коефіцієнт прозорості, значення якого для досліджуваних рідин лежить в діапазоні (0.90 ... 0.95).

Аналіз результатів. На рис. 2 зображені осцилограми акустичних сигналів на вихідній частоті гармонічного сигналу 1 МГц. В якості випромінювача і приймача (рис. 1) використані однакові пристрої на основі кварцових пластин діаметром 25 мм з резонансною частотою 3 МГц. Ця різниця приблизно в три рази частот резонансу датчиків і акустичного сигналу забезпечує лінійність амплітудно-частотної характеристики обох датчиків [5].

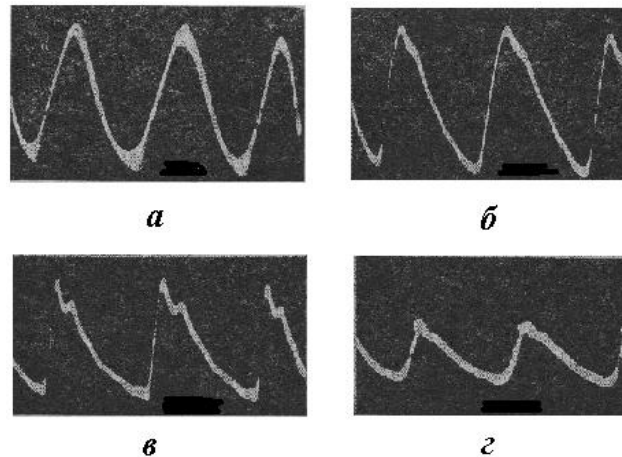


Рис. 2. Осцилограми акустичних сигналів скінченної амплітуди частоти 1 МГц на відстанях від випромінювача: *а* – 13 довжин хвиль; *б* – 67 довжин хвиль; *в* – 135 довжин хвиль; *г* – 320 довжин хвиль.

Як видно на осцилограмах, зі збільшенням відстані між випромінювачем і приймачем (в довжинах хвиль) ступінь спотворення синусоїди зростає. При відстанях понад 100 довжин хвиль сигнал стає практично пілкоподібним.

Вимірювання нелінійного параметра n для досліджуваних рідин (дистильована вода, етиловий спирт, трансформаторне масло) проводилося при температурі 20° С. Середньоквадратичний розкид результатів відносних вимірів не перевищував значення $\pm 4\%$. Абсолютні вимірювання проводилися в дистильованій воді при акустичних числах Рейнольдса $\sim (0.2 \dots 0.9)$. Похибка прямих вимірювань складається з помилок абсолютних вимірювань звукового тиску першої p_1 і другої p_2 гармонік і похибки при визначенні звукопрозорості мембран 6 кювети 5. Вона не перевищує значення (8...10)%.

Треба відзначити, що значення нелінійного параметра для дистильованої води трохи змінюється в різні дні і після тривалого озвучування. Можливо, це пов'язано з процесами виділення частини розчиненого на молекулярному рівні повітря в вигляді мікропухирців, або навпаки, з розчиненням частини молекул газу з бульбашок в навколишню рідину. Обробка результатів численних абсолютних вимірювань методом найменших квадратів дає для води величину $n = (7.2 \pm 0.2)$, що добре узгоджується з даними інших авторів [1, 2, 6].

Експериментально отримані значення нелінійного параметра n для досліджених рідин і відповідні величини внутрішнього тиску P^* для них наведені в таблиці 1. Там же наведені результати термодинамічної розрахунку з використанням експериментальної залежності швидкості ультразвуку малої амплітуди від температури і тиску [7, 8], а також значення параметра n , певні експериментально, по взаємодії двох акустичних хвиль або оптичним методом за спотворення гармонійної хвилі [9].

Таблиця 1

Експериментальні значення нелінійного параметра n для досліджених рідин і відповідні величини внутрішнього тиску P^*

Рідинне середовище	P^* , МПа			n				$r \times 10^{10}$, м
	ізо-термічне	адіабатичне		розрахунок		експеримент		
		[2]	Дана робота	[7]	[8]	[9]	Дана робота	
Вода дистильована	319	294	314	5.8	6.0	7.6	7.2	4.6
Етіловий спирт	98	08	98	9.0	11.3	11.0	10.8	4.4
Трансформа-торне масло	—	238	245	—	—	7.35	7.5	4.3

Внутрішній тиск, отриманий запропонованим акустичним методом, збігається в межах похибки вимірювань зі значеннями, отриманими з статичних вимірювань нелінійного параметра [2], з подальшими розрахунками за формулою (6). У табл. 1 також наведено оцінки міжмолекулярної відстані для досліджуваних рідин на підставі експериментальних даних P^* і розрахунку за формулою (5).

На рис. 3 показана залежність внутрішнього тиску P^* у водних розчинах $NaCl$ від концентрації солі. Для видалення з розчину повітря, захопленого при розчиненні солі, розчин вакуумувався. Причиною зростання середнього внутрішнього тиску в водному розчині зі збільшенням концентрації хлористого натрію, можливо, є утворення навколо іонів Na^+ гідратних оболонок з великим внутрішнім тиском [10].

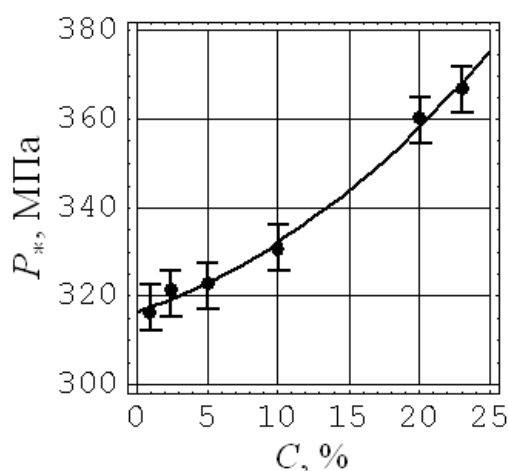


Рис. 3. Залежність внутрішнього тиску від концентрації розчину $NaCl$.

Висновки. Нелінійні акустичні методи є світовою тенденцією у біомедичних дослідженнях, тому що відкривають нові можливості та перспективи у розробках медичних приладів.

Виникнення вищих гармонік при викривленні вихідної гармонійної хвилі кінцевої амплітуди можна використовувати для експрес аналізу фізичних властивостей чистих рідин і особливо водних розчинів органічних речовин.

Даний спосіб експериментального визначення нелінійного параметра і внутрішнього тиску в рідині зручніше, ніж статичні, оскільки не вимагає застосування високих

надлишкових статичних тисків. Пропонований акустичний спосіб дає меншу похибку, ніж динамічні.

На відміну від способу оцінки міжмолекулярної відстані по швидкості ультразвуку, даний акустичний метод дозволяє безпосередньо отримати цю величину, в припущенні застосовності рівняння Тета для тієї чи іншої рідини.

Точність такого визначення може бути достатньою для судження про зміну міжмолекулярної взаємодії в рідинах (як, наприклад, в разі розчинів NaCl).

Список літератури

1. Зарембо Л.К., Красильников В.А. Введение в нелинейную акустику. – М.: Наука, 1966. – 520 с.
2. Корнфельд М. Упругость и прочность жидкостей. – М. : ГТТИ, 1951. – 200 с.
3. Дудзинский Ю. М., Сухарьков А. О., Манічева Н. В. Автоколивання пружного зануреного осесиметричного струменя-оболонки // Акустичний вісник. – 2003. – 6, №3. – 29-33 с.
4. Dudzinski Yu.M., Manicheva N.V., Nazarenko A.A. Optimization of Parameters of a Broadband Acoustic Source Under Static Overpressure / YM Dudzinskii, NV Manicheva, AA Nazarenko // International Journal of Fluid Mechanics Research. – 2004. – pages 477-488.
5. Евтюттов А.П., Колесников А.Е., Корепин Е.А. и др. Справочник по гидроакустике. – Л.: Судостроение, 1982. – 344 с.
6. Гольдберг З.А. Некоторые величины второго порядка в акустике // Акуст. ж. – 1957. 3, – № 2. – С. 149-153.
7. Rudnic I. On the attenuation of finite amplitude waves in a liquid // JASA. – 1958. – 30, N 6. – P. 564-567.
8. Beyer R.T. Parameter of nonlinearity of fluids // JASA. – 1960. – 32, N 6. – P. 719-721.
9. Зверев В.А., Калачев А.И. Измерение взаимодействия звуковых волн в жидкостях // Акуст. ж. – 1958. – 4, № 4. – С. 321-324.
10. Манічева Н.В. «Струминні акустичні випромінювачі для біомедичної апаратури». Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.11.17 – біологічні та медичні прилади і системи. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерство освіти і науки України, Київ, 2018. – С. 207.

ДОПЛЕРОГРАФІЯ ЯК СУЧАСНИЙ МЕТОД ОБСТЕЖЕННЯ КРОВОНОСНИХ СУДИН

Манічева Наталя Віталіївна

к.т.н., доцент

Дімітрашко Євгенія Анатоліївна

студентка гр. СБМ-171

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

vmanichev@ukr.net

evgeniadimitrasko@gmail.com

Анотація. В наш час досить часто зустрічаються різні захворювання, які потребують своєчасного лікування. Методи діагностики поділяються на інвазивні (пов'язані з проникненням через шкіру або слизові оболонки) і неінвазивні.

Доплерографія судин – це метод дослідження стану судинного русла за допомогою ультразвуку, тобто, іншими словами, – ультразвукове дослідження або, просто – УЗД. Є ще одне, саме сучасна назва цього методу – дуплексне сканування судин. Напевно, кожна людина знає, що таке УЗД живота, наскільки це достовірний, точний, швидкий, безболісний і безпечний метод діагностики. Все це повною мірою відноситься і до методу ультразвукової доплерографії судин. Але, по відмінності від звичайного УЗД, доплерографія судин кінцівок дає інформацію не тільки про будову судини, а й про те, як в ній тече кров.

За допомогою ультразвукової доплерографії судин нижніх кінцівок можна дізнатися, чи є закупорка або звуження судини, побачити тромби, з'ясувати напрямок і швидкість руху крові.

Одним з перспективних напрямків діагностичних досліджень в кардіології є реєстрація параметрів гемодинаміки. Як правило, вони засновані на оцінці поширення, поглинання і відображення ультразвукових (УЗ) хвиль від різних тканин, зсуву частот ЦИХ хвиль при відображенні від рухомих об'єктів (зокрема, еритроцитів, при дослідженні судин різного калібру) – ефект Доплера.

Подібна сучасна діагностична апаратура поєднує можливість триплексні дослідження (з'єднання в режимі УЗ-скану, кольорового доплерівського картування (КДК) і імпульсно-хвильової доплерографії на одному екрані) з енергетичної доплерографії. Вона дозволяє не тільки виявити наявність, спрямованість і інтенсивність кровотоку в судинах, а й визначати його кількісні показники.

Мета. Визначити важність і суть доплерографії як сучасного методу обстеження кровоносних судин.

Методи доплерографії:

- УЗДГ (ультразвукова доплерографія);
- дуплексне сканування;
- триплексное сканування.

З використанням цих методик обладнання дозволяє виконувати розширену оцінку роботи серця і магістральних судин. Крім стандартного ЕХО-КГ проводиться ехокардіографія з доплерівським аналізом.

Ключові слова: доплерографія, ЕХО-КГ, УЗДГ, судини, неінвазійний метод, діагностика.

Ехокардіографія (**ЕхоКГ**) є одним з найпотужніших інструментів для діагностики та моніторингу, що є сьогодні доступними в умовах сучасних закладів невідкладної допомоги в критичних станах, інтенсивної терапії та реанімації, а забезпечення вчасного ЕхоКГ дослідження є фундаментальним у веденні пацієнтів з гострими серцево-судинними захворюваннями. ЕхоКГ здатна надавати важливу інформацію протягом всього періоду ведення та спостереження пацієнта [1]. Доведено, що результати ЕхоКГ впливають на тактику ведення пацієнтів в (60...80)% випадків на догоспітальному етапі, поліпшують діагностичну точність та ефективність в умовах реанімації та допомагають з'ясувати етіологію невизначеної гіпотензії в 48% пацієнтів відділень інтенсивної терапії, а також надають додаткову цінну інформацію поза результатами катетеризації легеневої артерії [2].

ЕхоКГ сьогодні включено в універсальний протокол ведення хворих з гострим інфарктом міокарда (**ГІМ**) та в міжнародні рекомендації ведення пацієнтів з зупинкою серця. В умовах інтенсивної терапії ЕхоКГ може бути використане для визначення та моніторингу серцевого викиду, та для визначення порушень внутрішньо серцевої гемодинаміки та коронарної перфузії, а також для забезпечення стандартизації анатомічної інформації, що має відношення до діагнозу. Хоча потенційний спектр застосування ЕхоКГ є очевидним, до

сьогодні не було спеціалізованих рекомендацій щодо застосування ЕхоКГ в умовах гострої серцево-судинної допомоги в Україні [3].

Ультразвукова доплерографія судин (УЗДГ) – апаратний метод дослідження кровотоку в судинах, що демонструє в реальному часі в графічному, звуковому і кількісному вигляді показники кровотоку в судинах. Ультразвукова доплерографія серцево м'яза и судину, заснована на ефекті Доплера. Її суть полягає у вимірюванні ультразвукових хвиль, що відбиваються від рухомих еритроцитів. Після передачі серії імпульсів лікар зможе побачити на екрані графік. Він і буде демонструвати швидкість руху крові на заданій глибині. Сучасні сканери для доплерографії судин головного мозку та інших органів дозволяють досліджувати не тільки кровотік, а й анатомію судин.

Обстеження полягає в наступному: за допомогою ультразвукового датчика вимірюється швидкість кровотоку по всіх судинах голови і шиї; в судинах шиї візуально оцінюється стан стінок сонних і хребетних артерій: наявність бляшок, прохідність судин, аномалії ходу і діаметра артерій [4]. За результатами обстеження можна сказати – в якому саме обстежуваному ділянці порушений кровообіг, і побачити ступінь його порушення, що в свою чергу дає можливість запропонувати найбільш підходяще лікування.

Таким чином, ультразвукова доплерографія дає лікарю багато цінної і незамінною інформації про стан судин, на основі якої можна підібрати потрібний метод лікування. Перевагою цього метода є доступна вартість і відсутність протипоказань, висока інформативність. Використання ефекту Доплера дозволяє обчислити швидкість кровотоку, визначити його порушення в окремих судинах. Найчастіше цих даних достатньо, щоб лікар поставив точний діагноз [5]. Описаний методи є неінвазивним, його можна використовувати для моніторингу серцево-судинної діяльності, для виявлення порушення серцевої гемодинаміки, з метою забезпечення та стандартизації анатомічної інформації про стан серця та визначення подальшого діагнозу.

Фізичний принцип доплерографії. В основі доплерографії лежить фізичний ефект Доплера, суть якого полягає в зміні частоти посланих ультразвукових хвиль при переміщенні середовища, від якої вони відображаються, або при переміщенні джерела ультразвуку, або при одночасному переміщенні середовища і джерела (рис. 1).

У нашому випадку ультразвукові хвилі відбиваються від частинок крові, і це зміна безпосередньо залежить від швидкості кровотоку.

В сучасних ультразвукових доплерівських системах використовується один датчик і для випромінювання, і для уловлювання відбитої хвильової енергії. Принцип Доплера описує компонент вектора швидкості вздовж лінії спостереження [6]. Цей компонент швидкості (або спостерігається швидкість) дорівнює:

$$V_0 = V \times \cos \alpha,$$

де V – абсолютна швидкість кровотоку, α – кут між вектором швидкості кровотоку і напрямом ультразвукового пучка.

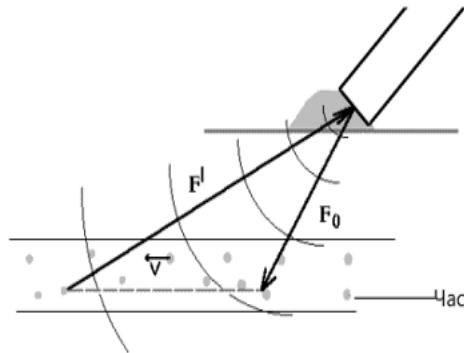


Рис.1. Схема ефекту Доплера:

F_0 – частота випромінювання; F^1 – привласнена частота; Час. – частинки крові.

Оскільки спостерігається швидкість V_o залежить від кута α , то $V_o = V$ (при $\alpha = 0$) і $V > V_o$ у всіх інших випадках, коли $0 < \alpha < 90$ (рис.2). Інакше кажучи, швидкість, сприйнята за принципом Доплера, що не тождественна абсолютної швидкості кровотоку. Рівними величини абсолютної і сприймають за принципом Доплера швидкостей можуть бути тільки при $\alpha = 0$.

У найбільш загальному вигляді ефект Доплера описується формулою:

$$F_d = 2 F_o \times V_o / c, \quad (1)$$

де F_d – доплерівська частота, F_o – посилюється частота, c – швидкість поширення ультразвукових хвиль у середовищі (в даному випадку – крові).

Однак, з урахуванням залежності спостерігається швидкості від кута між датчиком і напрямом руху крові, формула (1) набуває остаточного вигляду:

$$F_d = 2 \times F_o \times V \times \cos \alpha / c.$$

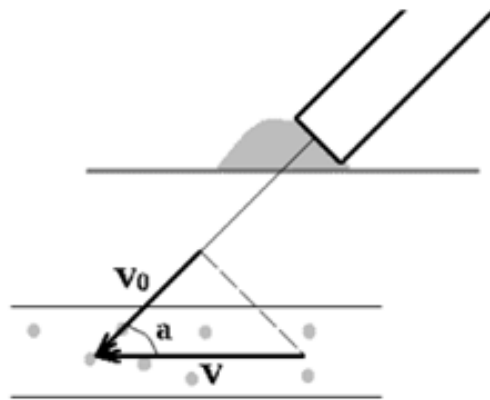


Рис. 2. Вплив кута α на значення доплеровської швидкості.

Перші повідомлення про застосування принципу Доплера для вимірювання швидкості кровотоку належать Satomura (1960), Franklin e.a. (1961).

У наступні кілька років ультразвукові доплерівські прилади були значно удосконалені. Застосування детектора напрямку кровотоку (McLeod, 1968, Beker e.a., 1969) значно розширило можливості діагностики.

У 70-х роках був запропонований метод "спектрального аналізу" доплерівського сигналу, що дозволив кількісно оцінити ступінь стенозу сонних артерій. У ці ж роки паралельно з розвитком постійно хвильових доплерівських систем впроваджуються системи з імпульсним випромінюванням. Поєднання останніх зі спектральним аналізом і ехоскопією в "В" – режимі призвело до створення дуплексних систем.

1982 рік є точкою відліку для транскраніальної доплерографії. Перші клінічні результати застосування цього методу були опубліковані R.Aaslid саме в цьому році. Транскраніальна доплерографія, образно кажучи, "замкнула останній пролом" в діагностиці оклюзуючих уражень брахіоцефальних артерій, дозволивши діагностувати інтракраніальні поразки, до цього часу вважалися недоступними для ультразвукового дослідження.

Висновок. Отже, методика доплерографії (УЗДГ) заснована на використанні ефекту Доплера. Сутність ефекту полягає в тому, що від рухомих об'єктів Ультразвукові хвилі відбиваються зі зміненою частотою. Цей зсув частоти пропорційний швидкості руху лоціруємих структур – якщо рух направлено в сторону датчика, то частота збільшується, якщо від датчика – зменшується.

Одним з перспективних напрямків діагностичних досліджень в кардіології є реєстрація параметрів гемодинаміки. Як правило, вони засновані на оцінці поширення, поглинання і відображення ультразвукових (УЗ) хвиль від різних тканин, зсуву частот ЦИХ хвиль при відображенні від рухомих об'єктів (зокрема, еритроцитів, при дослідженні судин різного калібру) – ефект Доплера.

Список літератури

1. Ультразвукова доплерографія: — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <<http://policlfn.ru/ultrazvukovaya-dopplerografiya-uzd>>.
2. Скибчик ВА, Скибчик ЯВ. Електрокардіографічна діагностика и лікування в невідкладній кардіології. 2-е вид. допов. Львів: Простір-М; 2016. 164 с.
3. Клінічна кардіологія: діагностика та лікування./ Машина Т.В. В кн.: Бокерія Л.А., Голухова Е.З. (Ред.) М.: Видавництво НЦССХ ім. А.Н. Бакулева; 2011
4. Доплерографія судин ший та голови. Абдуллаєв Р.Я., Калашников В.Й., Марченко В.Г., М., Відар, 2008, мул.
5. Титомир ЧИ, Кнеппо П, Трунов ВГ, Айду ЕА. Біофізичні основи електрокардіографічних методів. Москва: Фізматліт; 2009. 224 с.
6. Фізичний принцип доплерографії: — [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <<https://mks.ru/library/books/dpl/kniga01/gl4-1.html>>.

УДК 539.21

ОГЛЯД МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ ТВЕРДИХ ПОВЕРХОНЬ В РІДИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ УЛЬТРАЗВУКОМ

Манічева Наталя Віталіївна

к.т.н., доцент

Дьоміна Анастасія Сергіївна

студентка гр. СБМ-171

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

vmanichev@ukr.net

anserdemm@gmail.com

Анотація. Був проведений огляд методу очищення твердих поверхонь в рідинному середовищі ультразвуком за допомогою методів контролю якості очистки.

Ключові слова: Гідродинамічний випромінювач (ГДВ); методи контролю якості очистки; метод випробування; метод змочуваності; люмінісцентний метод; ваговий метод; кавітація

Після проведення аналізу літературних джерел стало зрозуміло, застосування інтенсивних пружних хвиль звукового і ультразвукового діапазону частот для процесів очищення поверхонь від технологічних і експлуатаційних забруднень є найбільш ефективним з усього арсеналу засобів, використовуваних для очищення твердих поверхонь. Застосування ультразвуку разом з миючими розчинами не тільки прискорює процес очищення, а ще й дозволяє отримати високу ступінь чистоти. Цей метод дозволяє мінімізувати ручну працю, замінити пожежонебезпечні й токсичні розчинники на водні розчини поверхнево активних речовин, або на мінеральне масло.

Для того, щоб оцінити ступінь очищення, треба ознайомитись з методами контролю якості очистки.

Метод випробування на розрив водної плівки заснований на здатності води змочувати металеві поверхні і не змочувати масляні і органічні речовини. Після очищення і ополіскування прилад занурюють в холодну дистильовану воду. Потім його виймають з води так, щоб контрольована поверхня знаходилася у вертикальному положенні. Якщо поверхня вільна від жирових (гідрофобних) забруднень, то висихає плівка розподілиться тонким рівним шаром і покриє всю поверхню. На плівці, не буде розривів до тих пір, поки її випаровування не викличе появи сухих ділянок. Якщо ж поверхня містить гідрофобні забруднення, то час, необхідний для розриву водної плівки, характеризує ступінь забрудненості поверхні. При наявності на поверхні забруднень (мінеральне масло) більш 0.01 мг/см^2 водяна плівка розривається практично миттєво. Наявність на поверхні близько 0.005 мг/см^2 забруднень викличе розрив плівки після (4...7) с. Метод змочуваності водою відноситься до тонких методів оцінки забрудненості поверхні. Його слід застосовувати при шорсткості $R_z \leq 3.2 \text{ мкм}$.

При оцінці чистоти поверхні після її очищення розчинниками також треба мати на увазі, що через гідрофобізації поверхні слідами мастил ($0.01...0.02 \text{ мг/см}^2$).

Метод змочуваності вкаже на забрудненість поверхні. До недоліків цього методу відноситься також неможливість контролю якості очищення внутрішніх поверхонь приладів та інструменту.

Для визначення якості очищення поверхонь в біомедичному приладобудуванні здійснюють контрольну протирку обладнання тканинною серветкою, змоченою в етиловому спирті, і огляд його під мікроскопом. Не даючи інформації про ступінь чистоти важкодоступних місць, цей метод служить критерієм якості очищення доведених поверхонь і може застосовуватися для контролю якості очищення на робочих місцях.

Люмінесцентний метод застосовується для контролю залишкової забрудненості поверхонь нафтопродуктами і заснований на здатності молекул масел приходити в збуджений стан і генерувати світлове випромінювання під дією променів ультрафіолетового спектра. Вимірювання зазвичай проводять за допомогою приладу ПЛКД-2, який дозволяє визначати залишкову забрудненість в діапазоні від 0.0005 мг/см^2 до 0.05 мг/см^2 [9]. Такий метод не дозволяє визначити залишкову забрудненість поверхонь іншими відкладеннями, крім маслянистих, тому не є універсальним. Він використовується найчастіше в лабораторних умовах для контролю поверхонь, підготовлених до нанесення захисних покриттів гальванічним способом.

Ваговий метод заснований на визначенні різниці мас забруднень до і після очищення. Він реалізується різними прийомами:

- ❖ збір забруднень з певних ділянок об'єкта очищення, обумовлених технологічними інструкціями, шляхом екстрагування розчинниками з наступним відділенням їх від розчинника і зважуванням;
- ❖ збір забруднень з певної площі шляхом протирання попередньо зваженої серветкою з подальшим її зважуванням;
- ❖ збір забруднень зшкрябуванням їх з певної площі і зважування відкладень на аналітичних вагах;
- ❖ зважування об'єкта до і після очищення з визначенням різниці мас.

Оцінка ступеня очищення виробу від технологічних забруднень (абразивні частинки притиральних паст) за допомогою металографічного мікроскопа у відбитому поляризованому світлі. Якщо в полі мікроскопа потрапляє не більше (3...5) частинок, то даний прилад вважається придатним до експлуатації. Усереднення проводиться по (5...10) ділянок у випадку плоскої і по (15...25) ділянок у разі циліндричної або сферичної поверхні. Цей метод, не дивлячись на його високу об'єктивність, непридатний для експрес-аналізу деталей на робочих місцях.

Ефективність ультразвукового очищення залежить від вибору багатьох параметрів. Перш за все це вибір частоти та інтенсивності пружних хвиль. Істотний вплив на процес очищення надають фізико-хімічні властивості рідини: щільність, в'язкість, вміст газу, поверхневий натяг, пружність насиченої пари. Важливе значення мають зовнішні фактори, такі, як температура і гідростатичний тиск. Для правильного вибору миючих розчинів і параметрів звукового поля необхідно також враховувати характер забруднень: ступінь їх адгезії до поверхні, що очищається, приладу, хімічну взаємодію з миючою середовищем, кавітаційну стійкість рідини.

Приклади застосування гідродинамічних випромінювачей. На приладобудівних заводах частіше застосовували паровий барботаж деталей в миючих розчинах і струменеві миючі машини, які не завжди забезпечують необхідну чистоту поверхонь і малоефективні для видалення абразивних мікрочастинок з мікротріщин поверхні. Також застосовуються і інші методи очищення: хімічне та електрохімічне знежирення, промивання органічними розчинниками під тиском. Зараз в сучасній біомедицині все більше застосування знаходять прилади та вузли з алюмінієвих і магнієвих сплавів, що піддаються сильному корозійному руйнуванню в агресивних середовищах. Тому хімічні методи очищення не відповідають сучасним вимогам технологічних процесів. Використання на виробництві органічних розчинників вкрай небажано через пожежної, вибухонебезпеки та екології.

Зараз відбувається зниження концентрацій поверхнево активних речовин, перехід на дистильовану воду, а ще краще – на хімічно нейтральні рідини (мінеральні масла, толуол і ін. органічні рідини) [1, 2]. В останньому випадку робочі рідини також є діелектриками, і основну роль в руйнуванні плівок забруднювачів грає механічний вплив кавітації на поверхню твердого тіла. Однак в хімічно та електрично нейтральному середовищі необхідно підвищити ударну дію закриваються парових каверн. Цього можна досягти, одним з методів.

- Створювати надмірний статичний тиск в робочій ємності і одночасно збільшувати інтенсивність акустичного поля [3]. В результаті можна істотно збільшити ерозійне вплив кавітації.

- Інший спосіб – створення акустичних полів з двома або більше гармоніками різних частот, кратних або не кратних [4, 5].

Перший спосіб має на увазі, що фізико-механічний процес відбувається в герметичній ємності. При цьому в оптимальному режимі співвідношення акустичного тиску до повного гідростатичного тиску у незбуреній рідині повинно становити :

$$\frac{P_{ак}}{P_0 + \Delta P_{ст}} \approx 0.4, \quad (1)$$

де $P_{ак}$ – тиск в акустичній хвилі; P_0 – атмосферний тиск; $\Delta P_{ст}$ – надлишковий, в порівнянні з атмосферою, статичний тиск в герметичній ємності.

Тому необхідно для виконання умови з підвищенням статичного тиску одночасно збільшувати рівень акустичного сигналу. Обмеженням першого способу є кінцева питома потужність широко застосовуваних електроакустичних перетворювачів. Пов'язано це з магнітним насиченням магнітострикційного, або електричним насиченням п'єзоелектричного матеріалу відповідного випромінювача. Крім того, необхідно обмежувати надану до перетворювача потужність у зв'язку з можливим електричним пробоем або механічним руйнуванням його активного елементу.

У другому способі в апаратурі використовуються кілька випромінювачів магнітострикційного або (і) п'єзоелектричного типу з різною резонансною частотою. При цьому кожен перетворювач збуджується індивідуальним генератором відповідної потужності і частотного діапазону. Це призводить на практиці до ряду технічних проблем і збільшує вартість апаратури, пропорційно кількості генераторів [6, 7].

Експериментальні дослідження залежності кавітаційної ерозії свинцевих зразків від осевої координати r проводилися в три етапи [8 – 10]. На першому порівнювалися результати руйнування зразків у двох середовищах: трансформаторному маслі і відстояною протягом двох тижнів водопровідній воді. Зразки представляли собою свинцеві пластинки розмірами $(18 \times 12 \times 1)$ мм і фіксувалися на відповідній відстані від активної зони звукоутворення за допомогою затиску. Вони орієнтовані щодо вторинного вихору таким чином, щоб руйнування піддавався торець пластинки. Оцінювався ступінь ерозії щодо зменшення маси зразків зважуванням на аналітичних вагах з чутливістю 0.01 мг. На другому етапі [8 – 10] змінювалася тривалість пружних експоненціальних імпульсів, що відповідало зміни параметрів β_1 та β_2 . На третьому етапі [8 – 10] проводилося дослідження ерозії зразків при наявності надлишкового статичного тиску в герметичній ємності.

Тимчасові залежності ерозії свинцевих зразків в акустичному полі струминного ГДВ при різних гідростатичних тисках представлені на Рис. 1. Точки – результати усереднення по (5...7) зразкам. В діапазоні надлишкових тисків $\Delta P_{cm} = 0 \dots 0.48$ МПа час озвучування становило $\Delta t = 5 \dots 15$ хв. Зі збільшенням тиску в робочій ємності доводилося зменшувати тимчасові інтервали кавітаційної обробки пластин з 15 хв. до 30 с.

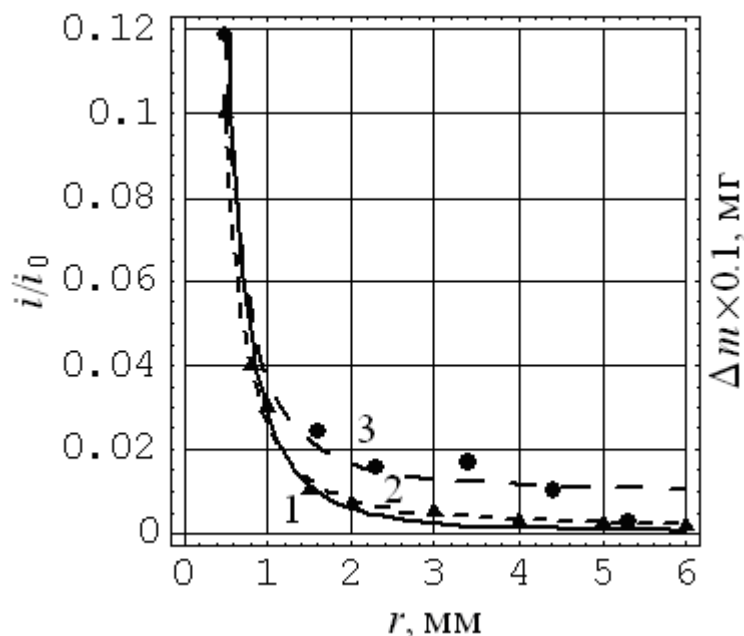


Рис. 1. Залежність поглиненої питомої потужності і зменшення маси зразка від відстані до зони звукоутворення

Технологічні застосування струменевих ГДВ. Очищення поверхонь біомедичного інструменту. Інтенсифікація процесу очищення в потужних акустичних полях звукових і ультразвукових частот обумовлена низкою явищ на поверхні твердих тіл:

- ударну дію замикаються парогазових каверн,
- радіаційний тиск звуку,
- інтенсивні мікроскопічні течії,
- звуковий капілярний ефект.

Перевагами цього способу є висока якість очищення, досить велика швидкість обробки, застосовність різних миючих засобів, помірні і кімнатні температури робочої рідини. При цьому можна значно знизити концентрацію в водних розчинах поверхнево-

активних речовин (ПАР), є принципова можливість автоматизації процесу. На жаль, ці способи очистки не набули широкого поширення на виробництві.

По-перше, промислово випускається ультразвукове технологічне обладнання використовує дорогі компоненти - електроакустичні перетворювачі і потужні ультразвукові генератори. Наслідком цього є подорожчання технології і готового продукту.

По-друге, необхідна висока кваліфікація обслуговуючого персоналу при експлуатації високовольтного обладнання. З точки зору дешевизни технології, електробезпеки, простоти в експлуатації найбільш підходящими для задач очищення є гідродинамічні випромінювачі.

Можна умовно виділити (по типу забруднення) завдання первинної та вторинної очистки деталей машин.

У першому випадку необхідно очистити поверхні від технологічних забруднень, наприклад, від притиральних паст при їх виготовленні або після капітального ремонту обладнання.

У другому випадку мова йде про чищення деталей машин від експлуатаційних забруднень: нагар, асфальто-смолисті відкладення і інші.

Для притирання робочих поверхонь деталей біомедичних приладів и ін. широко використовуються паста ГОІ, склад яких наведено в Табл. 1. Представляють вони суміш абразивних частинок і сполучного речовини – твердих і рідких вуглеводнів. В процесі притирання абразивні частинки можуть міцно закріплюються в мікротріщинах і западинах оброблюваної поверхні. При експлуатації обладнання, вони можуть робити істотний вплив на знос деталей. Як видно зі складу паст (табл. 1), є два типи забруднювачів в пастах:

- жирові плівки, які слабо пов'язані з поверхнею, що очищується і хімічно взаємодіють з водними розчинами поверхнево активних речовин, але стійкі по відношенню до кавітації,
- абразивні частинки, міцно пов'язані з поверхнею, хімічно стійкі в розчинах ПАР.

Таблиця 1

Склад притиральних паст

Компонента	Груба притирка, %	Середня притирка, %	Тонка притирка, %
Окис хрому	81	76	74
Силікагель	2	2	1.8
Стеарин	10	10	10
Розщеплений жир	5	10	10
Двовуглекисла сода	—	—	1.2
Олеїнова кислота	—	—	2
Гас	2	2	2

Ступінь очищення поверхонь від абразиву оцінювалася підрахунком числа частинок в полі мікроскопа. Повне очищення відповідає менше однієї частки на площі 1 мм², при

усередненні по (10...15) квадратах. Розміри частинок складають 5...10 мкм, коефіцієнт збільшення мікроскопа 100.

Висновки. Акустичні методи очищення біомедичного обладнання та інструменту від технологічних і експлуатаційних забруднень дозволяють підвищити якість, збільшити термін використання.

1. Перспективними для даних задач можна вважати гідродинамічні випромінювачі:

- простота та надійність в експлуатації;
- електрична та пожежна безпека, обумовлена відсутністю високої напруги та вибухонебезпечних речовин;
- дешевизна обладнання призводить до дешевизни технології.

2. Данні джерела звуку генерують негармонічні хвилі кінцевої амплітуди у вигляді коротких експонентних імпульсів. При цьому має місце нелінійне згасання акустичних полів.

3. Поблизу активної зони звукоутворення мають місце більші значення щільності потужності, що поглинена одиницею об'єму середовища. Спостерігається кореляція цієї характеристики з інтенсивністю ерозії зразків, це дає можливість оцінити зону найбільшої технологічної активності обладнання по очищенню біомедичного інструменту.

Список літератури

1. Максимов В. Г. Очищення деталей автомобілів з використанням гід-родінамічеських випромінювачів / В. Г. Максимов, О. В. Сухарьков, А. О. Сухарьков // Праці Одеського політехнічного університету. – Одеса, 2002. – 1 (17). – С. 65-68.

2. Дашенко О. Роторна машина для очищення прецизійних деталей з використанням гідродинамічних випромінювачів / О. Дашенко, О. Сухарьков, А. Сухарьков // Машинознавство. – 2004. – № 2 (80). – С. 32–35.

3. Mettin R. Acoustic Cavitation Structures and Simulations by a Particle Model / R. Mettin, S. Luther, C.-D. Ohl, W. Lauterborn // Ultrasonic Sonochemistry. – 1999. – 6, P. 25-29.

4. Costes S. Characterization of efficiency of ultrasonic equipment: experimental results of different kinds of transducers / S. Costes, P. Tierce // Proceedings of the Third Meeting on the Applications of Power Ultrasound in Physical and Chemical Processing. – Paris, 2001. – P. 137-142.

5. Shimada M. Dynamics of Cloud Cavitation and Cavitation Erosion / M. Shimada, T. Kobayashi, Y. Matsumoto // ASME FEDSM 99 – 6775, 1999.

6. Voronin D.V. Bimodal Bubble Cluster as a Result of Bubble Fragmentation in a Bipolar Acoustic Pulse / D.V. Voronin, G.N. Sankin, V.S. Teslenko // 16th International Symposium on Nonlinear Acoustics, 19 – 23 August 2002 : The materials of Conf. – Moscow, 2002. – P. 931-934.

7. Дудзинский Ю.М., Маничева Н.В., Сухарьков О.В. Энергетика прямого гидродинамического излучателя в условиях гидростатического давления / Ю.М. Дудзинский, Н.В. Маничева, А.О. Сухарьков // Акустичний вісник. – 2004. – 7, №1. – С. 44-49.

8. Бондарь А.А., Витков В.В., Дудзинский Ю.М., Маничева Н.В. Эрозионная активность в ближнем поле струйного гидродинамического излучателя / А.А. Бондарь, В.В. Витков, Ю.М. Дудзинский, Н.В. Маничева // Электроника и связь. – 2013. – № 2. – С. 91-96.

9. Дудзинский Ю.М., Маничева Н.В., Назаренко О.А. Оптимізація параметрів широкопугового акустичного випромінювача в умовах надмірних статичних тисків // акустична вісник, НАН України. – 2001. – Т. 4, №2. – С. 38-46.

10. Дудзинский Ю.М., Маничева Н.В., Назаренко О.А. Кавитационная эрозия при избыточном статическом давлении / Ю.М. Дудзинский, Н.В. Маничева, О.А. Назаренко // Труды Одесского политехнического университета. – 2001. – Вып. 3(15). – С. 114-118.

УДК 539.21

ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЗВУКУ У БІОМЕДИЦИНІ

Манічева Наталя Віталіївна

к.т.н., доцент

Сакун Світлана Костянтинівна

старший викладач

Плаксін Анатолій Анатолійович

студентка гр. СБМ-171

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

vmanichev@ukr.net

braze.stu@gmail.com

Анотація. Робота зосереджена на дослідженні функцій та можливостей протиточних гідродинамічних випромінювачів при гідростатичному тиску не тільки в атмосфері, а також з перспективами використання біомедичного обладнання. Вони висвітлюють перспективи подальшого розвитку та вдосконалення технологій у галузі біології, фармацевтичного виробництва, харчової промисловості, технічного обслуговування медичних приладів та приладів в процесі їх виробництва та експлуатації. Руйнівна ефективність поверхового шару, очищення, емульгування та диспергування більш ефективні з використанням полігармонійних імпульсів з декілька спектральними складовими, випромінюваних струминними гідродинамічними випромінювачами, у порівнянні з моногармонійними сигналами електроакустичних перетворювачів, які мають резонансну амплітудно-частотну характеристику з високою добротністю. Можливо використовувати тільки один випромінювач замість декількох електроакустичних перетворювачів, робочі частоти яких відрізняються у рази або на порядок. Це суттєво впливає на ціну біомедичної апаратури і, як наслідок, на вартість готової продукції.

Ключові слова. амплітудно-частотна характеристика, струминний гідродинамічний випромінювач, диспергування, емульгування, нелінійне згасання імпульсів.

Метою роботи є дослідження струминних акустичних перетворювачів в умовах насиченої кавітації для використання в біомедичних технологіях та підвищення ефективності фізичних процесів, що відбуваються в рідинній фазі.

Для досягнення цієї мети були поставлені й розв'язані наступні наукові задачі: теоретична задача вивчення поглинання негармонійних імпульсів, випромінюваних струминними гідродинамічними випромінювачами, в наслідок вирішення якої отримана функція питомої поглиненої енергії негармонійних звукових хвиль, проведено оцінку розмірів зони найбільшої ефективності випромінювачів; проведені експериментальні дослідження по технологічному застосуванню струминних акустичних перетворювачів в біомедичній інженерії, що дозволяє зробити висновок про їх ефективність в задачах очищення медичних інструментів від технологічних та експлуатаційних забруднень, очищення лабораторного скла та лінз від жирових та білкових відкладень, приготування емульсій та гелів для потреб фармакології, диспергування твердих та емульгування аморфних частинок, гомогенізації натуральних соків та кисломолочних продуктів; розроблено нову методику оцінки кавітаційної міцності суцільного середовища по вимірних значеннях частоти послідовності негармонійних імпульсів та надлишкового тиску в технологічній ванні.

Акустична кавітація – виникнення в рідині бульбашок, заповнених газом, паром і / або їх сумішшю, під дією акустичних хвиль. Бульбашки кавітації утворюються в рідині в фазі розрідження акустичної хвилі, якщо амплітуда звукового тиску перевершує деяке критичне значення, зване порогом кавітації. Розрив спільності при кавітації можливий лише в ретельно дегазованих, очищених рідинах і при досить високих інтенсивностях ультразвуку. Набагато більш вірогідне зростання вже наявних мікробульбашок і інших неоднорідностей в рідині, так званих кавітаційних зародків. Поведінка кавітаційних бульбашок характеризується пульсацією, осциляцією, зростанням, розщепленням, тощо. В акустичних полях ультразвукової частоти вони дуже малі. В потужних акустичних полях низьких частот (10...200) Гц розмір бульбашок може досягати (1...2) см.

Гідродинамічні випромінювачі відносяться до групи пристроїв, що перетворюють деяку частину енергії турбулентного зануреного струменя рідини в енергію акустичних хвиль [1]. Робота їх заснована на генеруванні збурювань у рідинному середовищі у вигляді якогось поля швидкостей та тисків при взаємодії струменя, що витікає із сопла, з певною за формою й геометричними розмірами перешкодою або в результаті примусового періодичного переривання струменя. При збурюванні виникає зворотна дія на підставу струменя біля сопла, сприяючи встановленню автоколивального режиму.

На даний момент відомі випромінювачі резонансного типу із пластинчастими, стрижневими й мембранними коливальними пристроями, різні сирени, що генерують коливання в результаті примусового переривання (модуляції потоку) струменя рідини, а також струминні (осесиметричні) гідродинамічні випромінювачі.

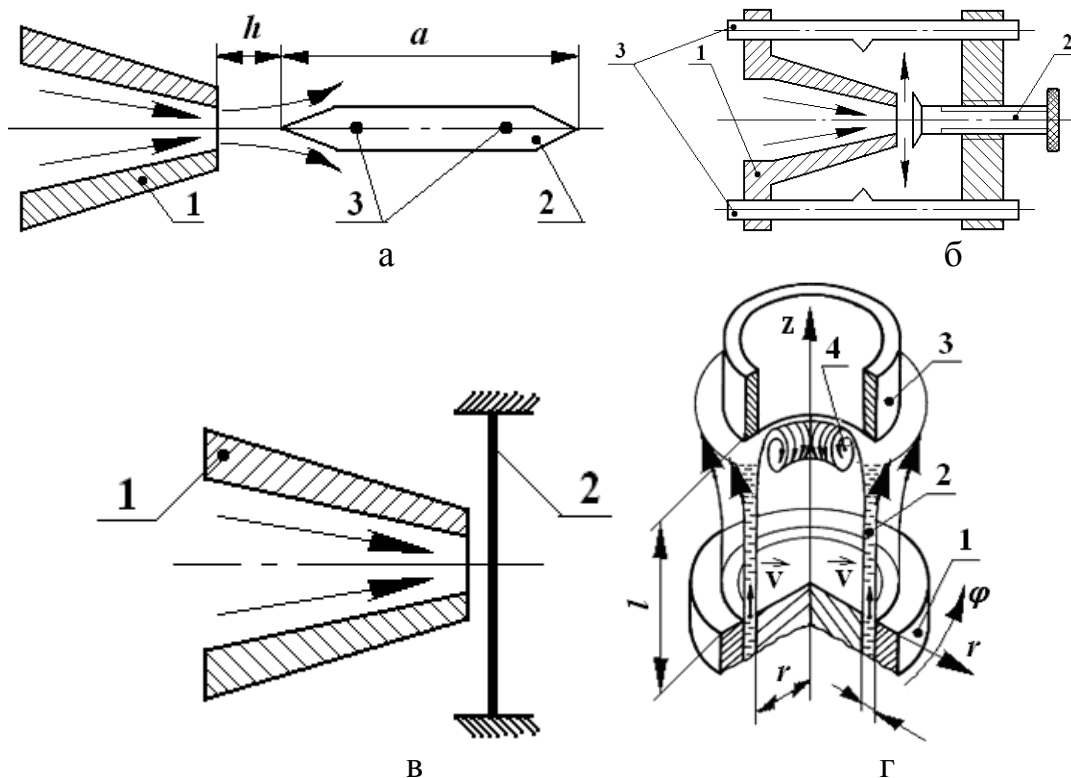


Рис.1. Приклади гідродинамічних випромінювачів: пластинчатий(а), стрижневий(б), мембранний(в), струминний(г)

Дослідження показали, що для багатьох технологічних процесів самими перспективними являються струминні гідродинамічні випромінювачі системи.

В осесиметричних випромінювачах частина кінетичної енергії затопленого струменя перетворюється в енергію акустичних хвиль, а робоча рідина є одночасно як джерелом коливань, так і об'єктом озвучування[2].

Відмітимо, що їх перевагами є:

- відсутність жорстких віброуючих елементів;
- надійність та довговічність конструкції;
- простота в експлуатації;
- можливість роботи в агресивних рідких середовищах;
- висока інтенсивність звуку.

Існують різні випромінюючі системи для озвучування рідинної фази. Загальними перевагами струминних акустичних перетворювачів, у порівнянні з іншими видами випромінювачів, є дешевина одержуваної акустичної енергії, простота конструкцій та зручність їх в експлуатації, надійність та стабільність роботи, високий ступінь перемішування оброблюваного продукту, висока продуктивність та ін. Найбільш перспективними для багатьох технологічних процесів є струминні випромінювачі системи.

У сучасних фармацевтичних та біологічних технологіях застосовуються вирощування штамів антибіотиків та дріжджів на парафіні та такі методи очищення як, хімічне й електрохімічне знежирення, промивання органічними розчинниками під тиском. В сучасних ультразвукових методах очищення простежується тенденція зниження концентрацій поверхнево-активних речовин, перехід на дистильовану воду, а краще – на хімічно нейтральні рідини (мінеральні мастила, толуол та інші органічні рідини) [3, 4].

Останнім часом значно зросло значення проблеми внутрішньолікарняних інфекцій. Служби охорони здоров'я всіх розвинених країн б'ють на сполох, адже зросла чисельність захворювань мікробного походження, отриманих в результаті госпіталізації або простого звернення до лікарні, приносить значний економічний збиток. Найчастішими формами таких інфекцій є вірусні гепатити В і С, постін'єкційні ускладнення та інфекції ран.

За даними Національної служби здоров'я України, 30% прооперованих хворих переносять ускладнення в післяопераційному періоді, викликані госпітальною інфекцією. Госпітальні гнійно-септичні захворювання є причиною смерті кожного дванадцятого пацієнта, який помер в лікарні. У відверненні загрози внутрішньо лікарняного зараження величезне значення набуває якість дезінфекції, передстерилізаційного очищення та стерилізації медичних інструментів [5].

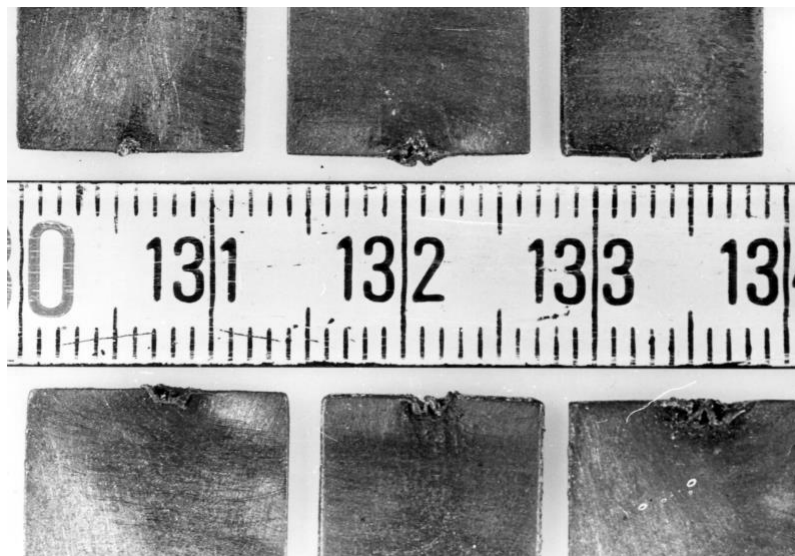


Рис. 2. Свинцеві зразки після обробки струминними гідродинамічними випромінювачами.

Перевагами цього способу є висока якість очищення, досить значна швидкість обробки, застосовність різних мийних засобів, помірні й кімнатні температури робочої рідини. При цьому можна істотно знизити концентрацію у водних розчинах поверхнево-активних речовин, є принципова можливість автоматизації процесу. На жаль, ці способи очищення не одержали широке поширення на виробництві[6].

Були розглянуті експериментальні дослідження кавітаційної руйнівної ефективності на свинцевих зразках, результати яких зображені на рис.2.

Висновок. Гідродинамічні джерела звуку можна використовувати, як сенсори порогу кавітації рідини. Одна з переваг цього методу в порівнянні з іншими – вимір частоти основного тону після оптимального настроювання даної системи. При цьому рівень максимального акустичного сигналу значно перевищує рівень шумових перешкод. Інша перевага – можливість вимірів без зупинки технологічного процесу й без розгерметизації робочої ємності.

За допомогою гідродинамічних випромінювачів можливо не тільки підвищити якість очищення зразків, емульгування та диспергування у рідинній фазі, але й у кілька разів зменшити час цих робочих процесів.

Застосування струминних акустичних випромінювачів сприяє прискоренню процесів розчинення, зменшення частки нерозподіленого залишка. Ультразвукове розчинення в більшості випадків протікає без застосування спеціальних розчинників. При цьому одночасне використання акустичних полів та надлишкового статичного тиску в робочій ємності значно зменшує час технологічного процесу.

Список літератури

1. Бергман Л. Ультразвук и его применение в науке и технике / Л. Бергман. – М.: Изд-во иностр. лит., 1957. – С. 726.
2. Dudzinski Yu.M., Manicheva N.V., Nazarenko A.A. Optimization of Parameters of a Broadband Acoustic Source Under Static Overpressure / YM Dudzinskii, NV Manicheva, AA Nazarenko // International Journal of Fluid Mechanics Research. – 2004. – pages 477-488.
3. Manicheva N.V. Axial-Symmetric Hydrodynamic Radiators Use for Fluid Cavitation Threshold Measurment / Yu.M. Dudzinski, N.V. Manicheva, O.V. Suharkov // The IVth International Hutsulian Workshop on Mathematical Theories and Their Applications in Physics & Technology, 28 October – 02 November 2002: The materials of. Conf. – Kyiv: TIMPANI, 2002. – P. 275-286.
4. Amabili M. Non-Linear Dynamics and Stability of Circular Cylindrical Shells Containing Flowing Fluid. Part IV: Large Amplitude Vibrations with flow / M. Amabili, F. Pellicano, M.P. Païdoussis // J. Sound and Vibrations. – 2000. – 237, N 4. – P. 641-666.
5. Маничева Н.В. Використання струминних акустичних випромінювачів для очищення медичного інструментарія. Н.В. Маничева, Ю.М. Дудзинский. The 2 nd International scientific and practical conference “Scientific achievements of modern so-ciety” (October 9-11, 2019) Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. P. 253-257.
6. Маничева Н.В. «Струминні акустичні випромінювачі для біомедичної апаратури». Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 05.11. 17 – біологічні та медичні прилади і системи. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерство освіти і науки України, Київ, 2018. – С. 207.

УДК 615.47

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АПАРАТА ДЛЯ ГАЛЬВАНІЗАЦІЇ У СЕРЕДОВИЩІ NI MULTISIM

Найденко Олена Валеріївна

к.т.н., доцент

Роговик Юлія Андріївна

студентка гр. СБМ-181

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

avnaidenko@opu.ua

rogovik16@ukr.net

Анотація. Приведений опис механізму терапевтичної дії явища гальванізації на організм людини; розглянута конструкція апарату для даної процедури та його узагальнена схема; показані результати моделювання роботи апарату для гальванізації у середовищі NI Multisim.

Ключові слова: гальванізація, електропровідність, опір, моделювання, Multisim, схема апарату.

Гальванізація – це метод фізіотерапії, ефект якого забезпечується впливом постійного електричного струму величиною до 50 мА за напруги (30...80) В на тканини організму. Метод має низку лікувальних ефектів: протизапальний, седативний, судинорозширювальний, міорелаксуючий, секреторний тощо. Застосовується при запальних захворюваннях шлунково-кишкового тракту, кістково-м'язової системи, периферичної та центральної нервових систем, гіпертонічній і гіпотонічній хворобах, захворюваннях очей, ЛОР-органів, шкіри та ін.

Постійний струм змінює концентрацію іонів в утвореннях тканин, функціонально змінює стан клітин і фізіологічні процеси в тканинах. Тканини організму утворюють різноманітне середовище, що складається з діелектриків (тверді тканини, клітинні мембрани) та електролітів (біологічні рідини) [1, с. 195]. При протіканні струму по руслам кровоносних та лімфатичних судин, м'язовій, нервовій тканинах, іони, що містяться в електролітах, беруть участь у різноманітних обмінних процесах. Вони впорядковано переміщуються: позитивні — за напрямком поля, негативні – проти. Внаслідок цього відбувається поляризація тканин, змінюється концентрація іонів у клітинах і міжклітинних рідинах (перш за все іонів Na^+ , K^+ , Cl^-), кислотно-лужна рівновага, водний баланс, посилюється крово- та лімфообіг тощо [2, с. 5]. Кількість переміщених іонів визначається величиною струму і створюваного електричного поля. Бажаний лікувальний ефект досягається дозуванням даних величин і часу їхньої дії. При проведенні процедури струм, що проводиться до пацієнта, необхідно дозувати за щільністю від 0,01 до 0,1 мА/см². Величина струму залежить від розміру меншого електрода. [3, с. 39].

Широкі можливості програмного забезпечення **NI Multisim** дозволяють моделювання електричних схем, дають можливість здійснювати підключення вимірювальних приладів, а також налагодження, складання і перевірку схем на працездатність [4, с. 75]. На рис.1 приведена модель апарату гальванізації АГН-32 в середовищі **Multisim** із сегментом, що відповідає мінімальному опору тіла пацієнта. Основними технічними параметрами апарату є: максимальний струм величиною 50мА; живлення від побутової мережі змінного струму напругою 220 В; орієнтовна величина споживаної потужності – 15 ВА; пульсації, отримані на виході, не мають перевищувати 0,5%.

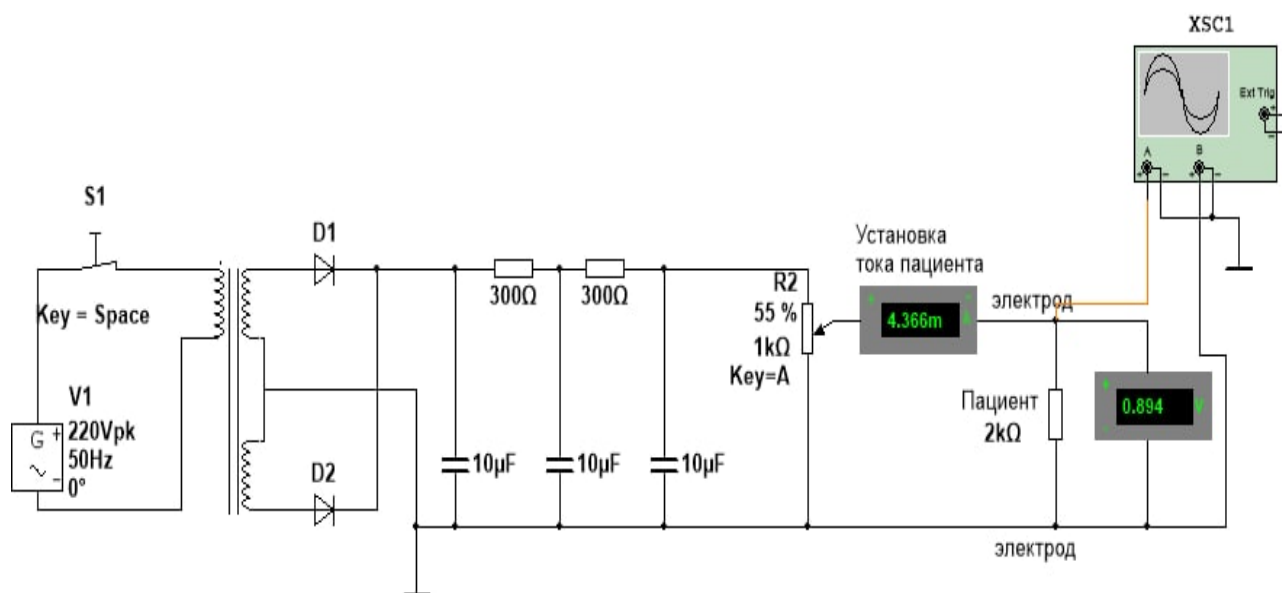


Рис. 1. Схема апарата для гальванізації АГН-32.

Живлення апарату відбувається за посередництва трансформатора, функціями якого є пониження напруги і відмежовування пацієнта від електричної мережі. Після проходження другої обмотки, струм потрапляє на випрямляч, представлений діодним мостом. Далі відбувається фільтрація резисторно-ємнісним фільтром, дія якого основана на тому, що постійна складова струму не пропускається через ємність, але проходить крізь активний опір. Напруга подається далі, на потенціометр, що регулює струм у вихідному ланцюзі. Величина струму фіксується міліамперметром.

У представленому досліді моделювання роботи апарата відбувається на прикладі спрощеної схеми. Виключені наявні у реальному апараті механічний блокуючий пристрій, котрий потрібен для унеможливлення появи струму у колі пацієнта при регулюванні струму, комутуюча приставка із перемикачами для комбінування підключення різних ділянок тіла до вихідних клем тощо.

Одна з найважливіших характеристик, на яку необхідно зважати при роботі з пацієнтом – величина пульсацій струму, адже вони викликають фізіологічний ефект, відмінний від дії постійного струму. Встановлюючи значення вхідного опору на колі пацієнта 35%, 50% і 65% від максимального опору потенціометра, спостерігаємо за змінами вихідних пульсацій (рис. 2 а, б, в).

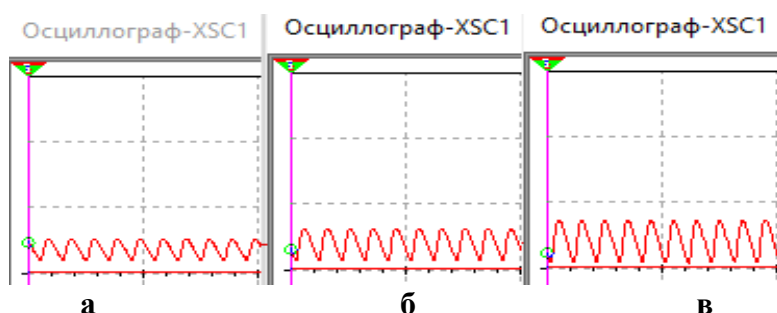


Рис. 2. Вихідні пульсації при роботі апарата гальванізації при вхідному опорі: а – 350 Ом, б – 500 Ом, в – 650 Ом.

У процесі моделювання маємо змогу спостерігати зміни вихідних величин відповідно до налаштувань вхідних параметрів (напруга, величина струму), що дає уявлення про

потрібний алгоритм дій при роботі з реальним апаратом. Результати таких маніпуляцій занесені в таблицю 1.

Таблиця 1

Величини струму в залежності від значення вхідного опору у колі пацієнта

Опір потенціометра, Ом	Показання амперметра, мА
650	2,915
500	4,010
350	5,072

Висновок. Таким чином наведена схема дає можливість:

- 1) вивчити принцип роботи апарату для гальванізації;
- 2) визначити величину пульсацій випрямленого струму;
- 3) обмежити величину пульсацій 0,5%.

Список літератури

1. Григор'єва Л. І. Основи біофізики і біомеханіки [Текст] : навч. посіб. / Л. І. Григор'єва, Ю. А. Томілін ; Чорномор. держ. ун-т ім. Петра Могили. – Миколаїв : Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2011. – 297 с.
2. Верещак А.П. Электронные физиотерапевтические аппараты: Учебное пособие. — Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – 134 с. – Рус. яз.
3. Лікувальне застосування електричного струму, електричного та магнітного полів, електромагнітного випромінювання : навчальний посібник / Уклад. О. О. Черепок, Н. Г. Волох. – ЗДМУ, 2016. – 140 с.
4. Дудзінський Ю.М., Манічева Н.М., Найдено О.В. Застосування програмного NI Multisim забезпечення для дослідження та аналізу біомедичної апаратури. [Текст] / Ю.М.Дудзінський, Н.В.Манічева, О. В. Найдено // Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві: зб. тез доповідей і наук. повідомл. Учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 30 вересня 2020 р.). – К. : Київський нац.ун-т імені Тараса Шевченка, 2020. – С.74 – 75.

УДК 615.47

ВИКОРИСТАННЯ ІМПЕДАНСУ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ

Найденко Олена Валеріївна

к.т.н., доцент

Гросул Юлія Анатоліївна

студентка гр. СБМ-181

Державний університет «Одеська політехніка»,

м. Одеса, Україна

avnaidenko@opu.ua

hrosull@ukr.net

Анотація. Вимірювання електричних параметрів тканин широко застосовують у медичних дослідженнях. У даній статті розглядається імпеданс біологічних тканин та

представлено дані про методи діагностики, в основі яких лежить біоімпеданс, зокрема приведено моделювання органічних тканин в NI Multisim.

Ключові слова: опір тканин, імпедансна діагностика, моніторинг, моделювання, біомедичні апарати.

Імпедансна діагностика – дослідження станів, властивостей, складу об'єктів за допомогою виміру їх електричного імпедансу (сумарного опору), широко використовується для дослідження різноманітних біооб'єктів, що здатні до електропровідності [1, с.2]. Біооб'єкти найчастіше складаються з електролітів, завдяки чому є задовільними провідниками. Функціональні зміни в органах призводять до перерозподілу рідини і зміни їх електричного імпедансу. Ця різниця є достатньою для проведення обстеження неоднорідностей тканин.

Існують методики за допомогою яких на підставі даних біоімпедансометрії можна простежити динаміку змін тіла людини [2, с.387]. Для моніторингу загоєння ран без попереднього зняття пов'язки був розроблений метод і система вимірювання на основі біоімпедансу та матриці електродів з трафаретним друком на плівці з ПЕТу [3, с.112].

Наразі існують безліч експериментів пов'язаних з біоімпедансом як інструментом для діагностики, наприклад, неінвазивний моніторинг розростання тканини в біометричному середовищі, що відкриває шлях до подальших розробок в тканинній інженерії [4, с.485]. Знаходження імпедансу шкіри, для визначення стану клітин та тканин живих організмів, є важкою задачею через особливості рогового шару. Результати показують, що метод використання поверхневих та голчастих електродів для дослідження імпедансу всієї шкіри широкому діапазоні частот, є практичним. Біомаркер (тканинний коефіцієнт) особливо підходить для дослідження *in vivo* і має великі можливості в оцінці і розрізненні живих тканин, виявлення раку, аналізу біоелектричного імпедансу [5, с.950].

Комп'ютерне моделювання при роботі з медичною апаратурою дозволяє розглядати, аналізувати та розробляти значно більшу кількість приладів біомедичного технологічного обладнання вже на стадії проектування [6, с.74]. Важливо, що є можливість комп'ютерного моделювання й аналізу імпедансу, що дає змогу швидше та точніше провести всі необхідні дослідження, причому схеми, еквівалентні хімічним та фізичним процесам, досить прості.

При здійсненні визначення імпедансу (повної опірності) органічної тканини на різній частоті відбувається так, що опірність тканини найбільша й дорівнює R_1 при постійному струмі ($\omega = 0$). Імпеданс знижується при підвищенні частоти змінного струму до Z_2 , і далі стає постійним.

В органічній тканині є компоненти, які містять у собі властивості ємності, однак немає компонентів, що характеризуються індуктивністю. На це вказує взаємозв'язок імпедансу та частоти.

Проста електрична схема може бути еквівалентною схемою біологічних тканин, як приклад, рисунок 1.

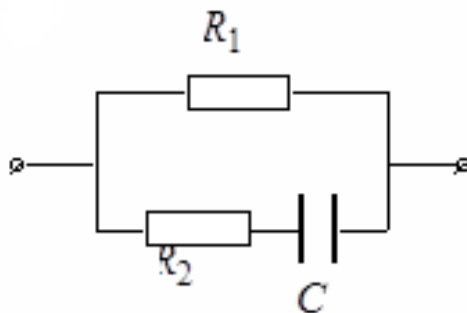


Рис. 1. Еквівалентна електрична схема органічної тканини.

Постійний струм виключно проходить через опір R_1 , тому що опір ємності C для нього занадто великий. Однак для змінного, опір ємності зменшується з підвищенням частоти, разом знижується й повний опір. Опір X_c наближається до нуля на дуже високих частотах, імпеданс – до найменшого показника, який можна записати виразом:

$$Z_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

При $X_c \ll R_1$ на середній і високій частоті опірність нижньої гілки, що включає в себе R_2 і X_c , буде істотно менше R_1 , й основний струм буде йти по нижній гілці. Саме тому на даних частотах імпеданс можна приблизно визначити простим виразом:

$$Z = \sqrt{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (2)$$

Однак цей вираз можна використовувати для постійного струму ($\omega = 0$) і низької частоти, але на середніх і високих значеннях частоти він приносить відповідні результати при $R_1 \gg R_2$ і X_c . Найменша величина імпедансу тканини на високій частоті визначається значенням опору R_2 .

Під час різних стадій запального процесу, або ж інших ушкоджувальних чинників відбувається дисперсія імпедансу. На рисунку 2 приведена дисперсія рослинної тканини.

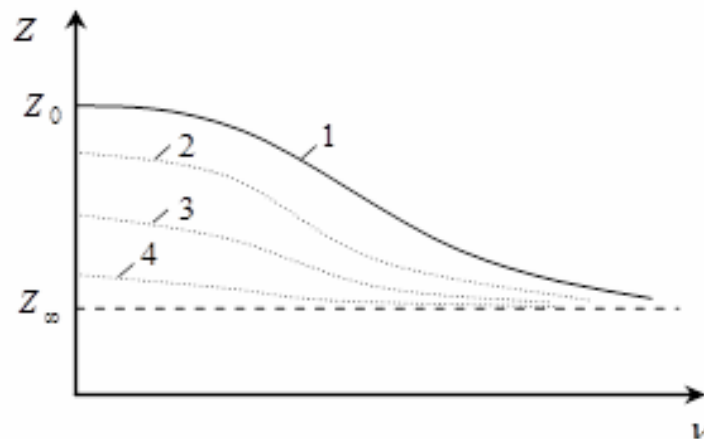


Рис. 2. Графік частотної залежності: 1 – здорова тканина; 2 – тканина, яка була нагріта до 50°C 2 хв; 3 – при $t = 50^\circ\text{C}$ протягом 4 хв; 4 – після кип'ятіння 20 хв.

Також можна аналізувати життєздатність органічних тканин, для аналізу якості трансплантата при пересадці тканин і органів. Б.Н. Тарусов кількісно охарактеризував життєздатність тканини за допомогою коефіцієнта K , коефіцієнта поляризації (рис. 4) – відношення імпедансу тканини Z_H , фіксованого на низькій частоті (приблизно 103 Гц) до її імпедансу – на високій частоті $Z_B = (106 \dots 107)$ Гц:

$$K = \frac{Z_H|_{\nu=10^3}}{Z_H|_{\nu=10^6}} \quad (3)$$

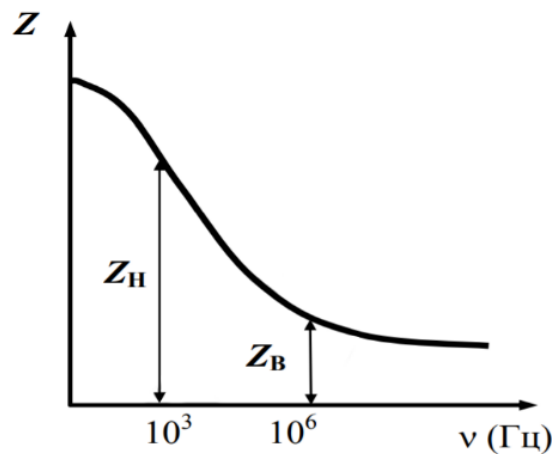


Рис. 3. Залежність імпедансу тканини від частоти струму.

Для органічної тканини коефіцієнт істотно перевищує одиницю ($K \gg 1$) і залежить від того, чи здатна тканина до обміну речовин. Наприклад, для печінки коефіцієнт дорівнює (9...10), що більше, ніж коефіцієнт для м'язів одного організму.

При моделюванні вимірювання імпедансу на тканині досліджуємо за допомогою електричної схеми в NI Multisim, що показана на рис. 4. Амперметр у режимі вимірювання змінного струму (AC).

При побудові графіка залежності імпедансу від частоти потрібно встановити логарифмічний тип шкали для осей частоти та імпедансу.

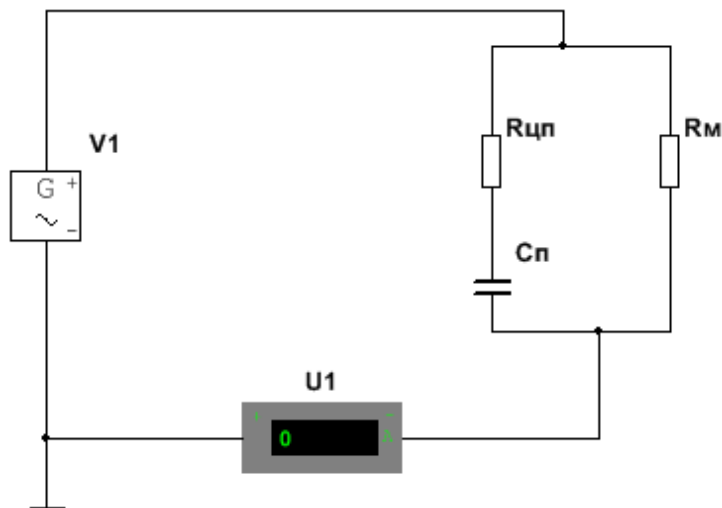


Рис. 4. Моделювання органічної тканини в NI Multisim

При моделюванні задати частоту (1...500000) Hz. На рис. 5 можна побачити частотну залежність імпедансу для трьох проб тканини. На верхньому зображенні видно, що опір мертвої тканини не залежить від частоти. Чим сильніше струм, тим сильніше пошкоджуються тканини і змінюються їх фізичні та хімічні процеси. Чим більше пошкоджена тканина, тим більш проникною стає клітинна мембрана та зменшується опір.

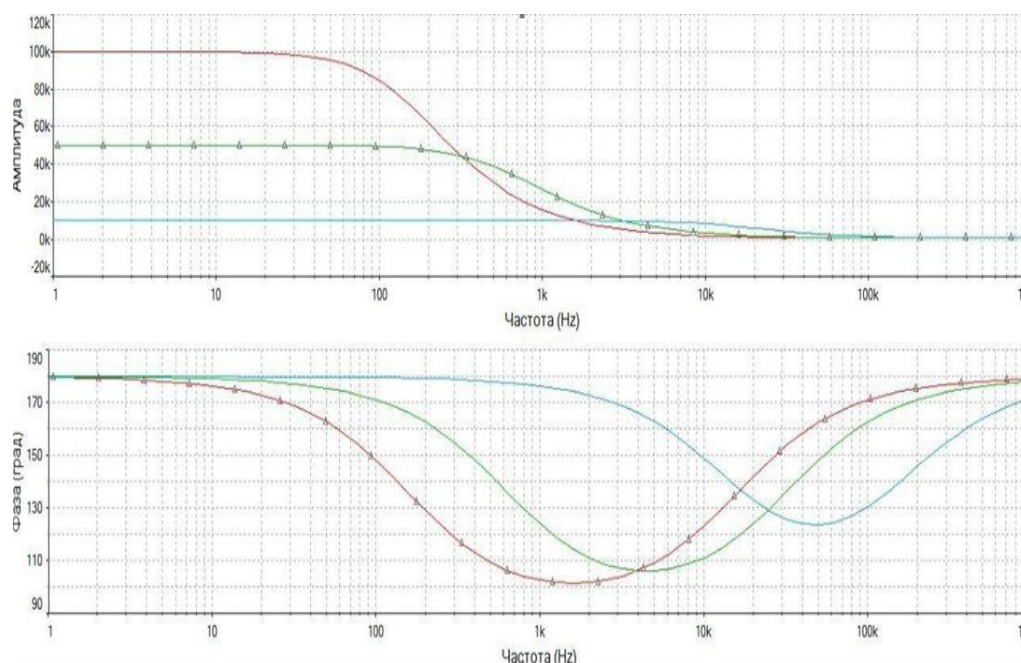


Рис. 5. Результати моделювання для трьох проб органічної тканини.

При моделюванні можна змінювати параметри органічної тканини. Якщо порівняти графіки на рис. 2 і рис. 5, побачимо, що результати моделювання приблизно збігаються.

Висновки. Таким способом можна прослідкувати, у якому стані перебуває досліджена тканина. У біологічних та медичних дослідженнях моделювання допомагає дізнатися, якість тканин і органів для трансплантації.

Однак сучасна апаратура визначників імпедансу не задовольняє необхідних вимог щодо чіткості уявлення амплітудної і фазочастотної характеристик та швидкодії [7, с.392]. Тому можуть відбуватися помилки виявлення неоднорідностей, дія яких відображається в перетворенні форми частотної характеристики. Під час діагностики органічних об'єктів та їх функціонального стану з мінливими показниками треба зменшувати час обстеження на всіх частотах (10...30 мс), але ліміт можливостей сучасної апаратури – одиниці-десятки секунд [8, с.146].

Список літератури

1. Тихомиров А. М. Импеданс биологических тканей и его применение в медицине. Москва : Российский государственный медицинский университет, 2006 [Електронний ресурс]. – Режим доступа : <https://rsmu.ru/fileadmin/templates/DOC/Faculties/PF/Phys-mat/impedans.pdf>
2. Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement. (1996) *Proceedings of a National Institute of Health Technology Assessment Conference*. Bethesda, Maryland, December 12-14, 1994. (1996). – The American journal of clinical nutrition. Vol. 64 (3 Suppl), pp. 387–532. <https://doi.org/10.1093/ajcn/64.3.387s>
3. Kekonen A., Bergelin, M., Eriksson J. E., Vaalasti A., Ylänen H., Kielosto S. and Viik J. // Bioimpedance method for monitoring venous ulcers: Clinical proof-of-concept study. *Biosensors and Bioelectronics*. – 2021, Vol. 178. – P. 112-974. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2021.112974>
4. Rahman A. R. A., Lo C. M. and Bhansali S. // A detailed model for high-frequency impedance characterization of ovarian cancer epithelial cell layer using ECIS electrodes. – *IEEE transactions on biomedical engineering*. – 2008, vol. 56, N. 2, P. 485–492. <https://doi.org/10.1109/TBME.2008.2008488>

5. Ying Li, Ren Ma, Xin Wang, Jingna Jin, He Wang, Zhipeng Liu, Tao Yin (2019) Tissue coefficient of bioimpedance spectrometry as an index to discriminate different tissues in vivo // *Biosensors and Bioelectronics*. – 2019, Vol. 40. – P. 950–964.

6. Дудзінський Ю. М., Манічева Н. М., Найдено О. В. Застосування програмного NI Multisim забезпечення для дослідження та аналізу біомедичної апаратури. [Текст] / Ю. М. Дудзінський, Н. В. Манічева, О. В. Найдено // Прикладні системи та технології в інформаційному суспільстві: зб. тез доповідей і наук. повідомл. Учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 30 вересня 2020 р.)/ – К. : Київський нац.ун. імені Тараса Шевченка. – 2020. С. 74–75.

7. Ніколаєв Д. В. Біоімпедансний аналіз складу тіла людини / Д. В. Ніколаєв, А. В. Смирнов, І. Г. Бобринський, С. Г. Руднев. – Москва : Наука, 2009. – 392 с.

8. Мосійчук В. С. Широкопasmовий вимірювач біоімпедансу з адаптивним вибором сітки частот / В. С. Мосійчук, Г. В. Тимошенко, О. Б. Шарпан // Вісник НТУУ «КПІ». Радіотехніка, радіоапаробудування : збірник наукових праць. – 2014. – № 57. – С. 143–148.

УДК 534.232

ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НИЗЬКИХ ЗВУКОВИХ ЧАСТОТ

Чеський Юрій Володимирович

к.ф.-м.н., доцент

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

yu.v.tchesskii@opu.ua

Анотація. Метою дослідження була розробка перетворювача для створення вібрацій і акустичних коливань у діапазоні частот від 10 до 200 Hz. Суть цього методу полягає у тому, що розглядається конструювання електроакустичного перетворювача (випромінювача) на базі електродинамічного збудника коливань з застосуванням сильфону. Розроблена методика розрахунку механічної коливальної системи разом з сильфоном, який герметизує електродинамічний збудник коливань і забезпечує вільне переміщення випромінюючої поверхні. Виготовлено і експериментально досліджено випромінювач. Експериментальні дослідження перетворювача, навантаженого на повітря і на воду, показали добрий збіг з розрахунками. Проведені дослідження показали, що по своїм параметрам подібні перетворювачі відповідають потребам віброакустичної терапії.

Ключові слова: електроакустика, перетворювач, електродинамічний збудник, сильфон, віброакустика, терапія.

Вступ. Віброакустична терапія – один з видів вібротерапії, при якому з лікувально-профілактичними цілями використовують контактну дію мікрівібрації звукової частоти від 10 до 200 Hz .

Фізико-хімічні ефекти. Механічні коливання руйнують міжмолекулярні зв'язки в біологічних рідинах, мокроті, поліпшують дифузію газів.

Фізіологічні ефекти. Низькочастотні вібрації (20...50 Hz) збуджують переважно механорецептори шкіри, первинні закінчення м'язових веретен і вегетативні нервові провідники спричиняє подразнення м'язових волокон з подальшим розширенням судин м'язового типу, і як результат, посилення локального кровотоку і лімфовідтоку, активації трофіки тканин. Високочастотні вібрації (50...200 Hz) збуджують вторинні закінчення м'язових веретен і тільця Пачіно, прилеглі до товстих мієлінізованих волокон . За рахунок

різної швидкості поширення імпульсів по провідниках, що закінчуються в шкірі інкапсульованими нервовими закінченнями і механобольовим С-аферентам, відбувається периферична блокада больового осередку згідно з механізмом “ворітного блоку”. Активується гіпоталамо- гіпофізарна система і відбувається мобілізація адаптаційно-пристосовних ресурсів організму. Вібрація біологічно активних зон і точок викликає активацію шкіряно-вісцеральних рефлексів [1, 2].

Матеріали і методи. Для цих цілей можна застосовувати *електродинамічні перетворювачі*. Перетворювач складається з двох основних вузлів: електродинамічного збудника коливань і випромінюючої механічної системи. Електродинамічні випромінювачі зазвичай застосовуються для роботи в діапазоні частот від 50 Hz до 16 kHz. Теорія перетворення електричної енергії в механічну в такому електродинамічному перетворювачі - двигуні і його еквівалентна схема розглянуті в роботі [3]. Електродинамічні випромінювачі бувають двох типів з індукуванням струму в замкнутій рухомій котушці і з безпосереднім живленням рухливої котушки.

Випромінювачі з *індукуванням струму* в замкнутій рухомій котушці конструктивно можуть бути виконані з резонуючою мембраною або резонуючим стрижнем.



Рис. 1. Дослідний стенд і перетворювач.

Як ми бачимо для збудження коливань в рідинах на частотах від 20 до 200 Hz можна застосовувати електродинамічні перетворювачі. У нашому випадку в якості гнучкої системи, що забезпечує такі механічні переміщення, було вирішено використовувати сільфони. Сільфони дозволяють зберігати герметичність внутрішнього обсягу перетворювача від рідини і при цьому забезпечувати великі переміщення випромінювальної поверхні.

Основні результати. На фотографії (рис.1) наведено дослідний стенд і електроакустичний перетворювач. Механічна система електроакустичного перетворювача в діапазоні частот (20 ... 200) Hz розглядалась як система з зосередженими параметрами, і на підставі цієї моделі отримано вираз для резонансної частоти [3, 4]:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}}, \quad (1)$$

де K – жорсткість системи; M – маса рухомих частин.

Жорсткість системи дорівнює сумі жорсткостей сільфонів і пружини:

$$K = K_{bel} + K_{sp}. \quad (2)$$

Жорсткість сільфона визначається за формулою [3]:

$$K_{bel} = \frac{E_{yu} h^3}{2n A_Q R_{out}^2}, \quad (3)$$

де E – модуль Юнга; h – товщина стінки сильфона; n – число робочих гофр сильфона; R_{out} – зовнішній радіус сильфона; R_{inter} – внутрішній радіус сильфона; A_Q – коефіцієнт, який залежить від відносної глибини гофра $k = R_{out}/R_{inter}$.

Коефіцієнт A_Q розраховується за виразом:

$$A_Q = \frac{3(1-\mu^2)}{\pi} \left[\frac{k^2-1}{4k^2} - \frac{\ln^2 k}{k^2-1} \right], \quad (4)$$

де μ – коефіцієнт Пуассона.

Жорсткість пружини можна обчислити за формулою:

$$K_{sp} = \frac{G d^4}{8 D_{mid}^3 i}, \quad (5)$$

де d – діаметр дроту з якого навита пружина; i – число робочих витків; D_{mid} – середній діаметр пружини.

У формулі (5) модуль зсуву G дорівнюється:

$$G = \frac{E_{yu}}{2(1+\mu)}.$$

Для розрахунку резонансної частоти перетворювача використовуємо відомі фізичні властивості матеріалів застосовуваних для сильфона і пружини, які наведені в таблиці 1 [4]. У перетворювачі застосовано сильфон з напівтомпака марки Л 80, а пружина виконана з вуглецевої сталі 65.

За формулою (4) і даними з табл.1 визначимо коефіцієнт A_Q з урахуванням розмірів сильфонів: $2R_{out} = 79 \text{ mm}$; $2R_{inter} = 55 \text{ mm}$; $h = 0,15 \text{ mm}$. Коефіцієнт буде складати: $A_Q = 4,76 \cdot 10^{-3}$.

Жорсткість сильфона з числом робочих гофр $n=3$ розрахована по формулі (3), на підставі даних табл.1 і значення $A_Q = 4,76 \cdot 10^{-3}$, склала: $K_{bel1} = 8028 \text{ N/m}$. Жорсткість сильфона з числом робочих гофр $n=6$ розрахована по формулі (3), на підставі даних табл.1 і значення $A_Q = 4,76 \cdot 10^{-3}$, склала: $K_{bel2} = 4014 \text{ N/m}$.

Таблиця 1

Властивості матеріалів застосовуваних для сильфона і пружини

Матеріал	Марка, ДЕСТ	Модуль пружності, МПа		Коефіцієнт Пуассона μ	Густина, $\frac{kg}{m^3}$
		$E_{yu} \cdot 10^4$	$G \cdot 10^4$		
Напівтомпак	Л 80, ДЕСТ 15527-70	10,6	4,2	0,3	8660
Сталь вуглецева	65, ДЕСТ 14959-69	21	8,08	0,24–0,28	7810

Жорсткість пружини визначимо за формулою (5), використовуючи відомості про матеріал пружини з табл.1 а також відомі конструктивні розміри пружини: $h = 4 \text{ mm}$; $D_{mid} = 46 \text{ mm}$. В результаті розрахункова жорсткість пружини виявилася рівною: $K_{sp} = 2952 \text{ N/m}$. Остаточна сумарна жорсткість системи на основі виразу (2) дорівнювала: $K = K_{bel1} + K_{bel2} + K_{sp} = 14994 \text{ N/m}$. Розрахункова резонансна частота відповідно до формули (1) і з урахуванням маси рухомих елементів $m = 0,165 \text{ kg}$ виявилася рівною: $f_0 = 48 \text{ Hz}$.

Дослідження проводились за допомогою віброметра. Датчик віброметра кріпився на випромінювальній поверхні.

Висновки. Експериментальні дослідження перетворювача, навантаженого на повітря і на воду, показали добрий збіг з розрахунками. Проведені випробування показали, що по своїм параметрам подібні перетворювачі відповідають потребам віброакустичної терапії.

Список літератури

1. Федорів Я.М. Фізіотерапія / Я.М. Федорів, М.С. Регеда, І.Г. Гайдучок, А.Л. Філіпчук, Р.Ю. Грицко, М.М. Регеда. – Львів : Магнолія, 2011. – 558 с.
2. Физиотерапия: Национальное руководство / Под. ред. Г.Н. Пономаренко. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2009. – 864 с.
3. Римский-Корсаков А. В. Электроакустика. – М. : Связь, 1973. – 272 с.
4. Акустика : Справочник / А. П. Ефимов, А. В. Никонов, М. А. Сапожков, В.И. Шоров; Под ред. М. А. Сапожкова. – М.: Радио и связь, 1989. – 336 с.
5. Андреева Л. Е. Упругие элементы приборов. – М. : Машиностроение, 1981. – 392 с.

УДК 621.384

ВПЛИВ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ВОДНІ БІОРЕСУРСИ

Павлов Сергій Володимирович

д.т.н., проф. кафедри БМІ

Вінницький національний технічний університет

м. Вінниця, Україна

Тітова Наталія Володимирівна

д.т.н., проф., зав. кафедрою БМІ

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

psv.vntu@edu.ua

titova.n.v@opu.ua

Анотація. В роботі розглянуто вплив оптичного випромінювання на водні живі біоорганізми. Наведені експериментальні результати по біологічному ефекту який показує позитивний ефект при використанні фотонних технологій в аквакультури.

Ключові слова: світлодіодне випромінювання, аквакультура, фотони, поляризоване випромінювання.

Відмінною особливістю оптичного випромінювання від радіочастотного є його дискретність, коли випромінювання електромагнітних хвиль відбувається окремими порціями – квантами. Це пов'язано з властивістю квантових систем (атомів, молекул) змінювати свій енергетичний стан стрибкоподібно, поглинаючи або випромінюючи квант

електромагнітного випромінювання. Кванти оптичного діапазону випромінювання називають також фотонами. Нещодавно в діапазон оптичного випромінювання було «зараховано» рентгенівські промені [1].

Ряд важливих явищ взаємодії оптичного випромінювання з біосередовищем зручно розглядати з феноменологічних позицій, не зачіпаючи базові квантові механізми.

Автори роботи [2, 3] досліджували вплив оптичного випромінювання на різні види та елементи технології аквакультури осетрових риб в залежності від фізичних характеристик фактору, який здійснює вплив (поляризації, когерентності, модуляції, дози, спектрального діапазону). Конструктивно світлодіодне джерело оптичного модуля забезпечує отримання поляризованого випромінювання.

Слід звернути увагу, що різні види осетрових риб значно відрізняються один від одного темпами зростання, швидкістю статевого дозрівання та іншими біологічними особливостями.

Як правило, світлодіодне випромінювання є неполяризованим, а його дія залежить від ступеня поляризації, що вимагає виконання варіанту модуля оптичного випромінювання з установкою на його виході поляризаційної плівки таким чином, щоб її площина була перпендикулярна діаграмі направленості випромінювання світлодіодного джерела. Але разом з підвищенням регуляторної дії оптичного випромінювання поляризаційна плівка поглинає більше половини потужності, яку випромінює світлодіодне джерело. Зрозуміло, що це є суттєвим недоліком, який необхідно виправляти. Проведені дослідження показали, що лазерне та світлодіодне випромінювання здатне істотно підвищити ефективність технології підрощування / рибопосадкового матеріалу осетрових риб.

Вплив ступеня когерентності поляризованого оптичного випромінювання, що впливає на запліднену ікру осетрових риб показано на рис. 1.

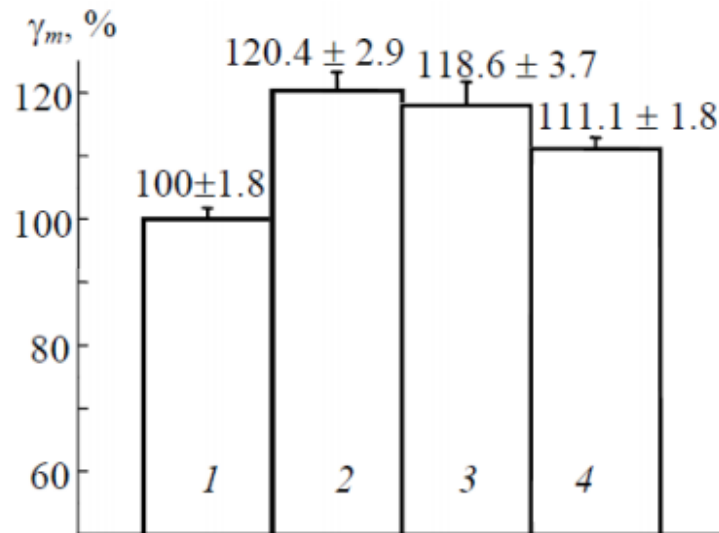


Рис. 1. Вплив ступеня когерентності поляризованого оптичного випромінювання, де: 1 - контроль; 2 - лазерне випромінювання; 3 - квазімонохроматичне випромінювання червоного світлодіода; 4 - широкосмугове випромінювання білого світлодіода

З представлених даних видно, що біологічні ефекти, індуковані випромінюванням монохроматичного лазерного ($\gamma_m = (120,4 \pm 2,9)\%$, $P < 0,001$) і квазімонохроматичного світлодіодного ($\gamma_m = (118,6 \pm 3,7)\%$, $P < 0,001$) джерел, практично не відрізняються. Однак перехід до широкосмугового випромінювання супроводжується помітним зниженням біологічної дії: $\gamma_m = (111,1 \pm 1,8)\%$, $P < 0,001$.

Висновки. Отримані результати дозволяють зробити висновок щодо здатності оптичного випромінювання підвищувати якість статевих продуктів. Це стосується як поляризованого, так і неполяризованого світла, але більш виражений фотобіологічний ефект при однаковому енергетичному навантаженні викликає світло з лінійною поляризацією [4]. Отримані результати свідчать про здатність поляризованого випромінювання лазерних джерел, а також поляризованого випромінювання світлодіодів в певному діапазоні інтенсивностей і енергетичних навантажень (щільність потужності $P = 2,9 \text{ мВт/см}^2$, доза $E = 0,09-1,74 \text{ Дж/см}^2$) впливати на метаболічні процеси в організмі і викликати корекцію ембріонального і постембріонального розвитку осетрових риб при короткочасному опроміненні ембріонів (заплідненої ікри) на стадії органогенезу.

Список літератури

1. Источники оптического излучения. В.Ю. Плавский, Г.Р. Мостовникова, Н.В. Барулин, Л.Г. Плавская и др. Биологическое и терапевтическое действие оптического излучения низкой интенсивности / Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі № 1 2014 Серыя фізіка-матэматычных навук. – 2014. – №1. – С.82–97.
2. Лазерно-оптические приборы для повышения эффективности инкубации икры радужной форели и стерляди в рыбоводных промышленных комплексах / М.С.Лиман, Н.В.Барулин, В.Ю.Плавский // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси – Минск – 2016. – №32. – С.121-134.
3. Physical-mathematical model of optical radiation interaction with biological tissues / T. I. Kozlovskaya, P.F. Kolisnik, S. M.Zlepko, N. V. Titova, V.S. Pavlov, W. Wójcik, Z. Omiotek, M. Kozhambardiyeva, A. Zhanpeisova // Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments 2017 : Proc. SPIE 10445. – Wilga, Poland, 2017. – Access mode : <https://doi.org/10.1117/12.2280928>.

УДК 57.043

БІОФІЗИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ТКАНИНИ

Бородай Ірина Іванівна

к.т.н., викладач

Прудніков Данііл Костянтинівич

студент гр. ЕН18-16

Харківський національний технічний університет

імені Петра Василенка,

м. Харків, Україна

irina.boroday@khntusg.info

faraon2302@ukr.net

Анотація. Дія лазерного випромінювання має високу ефективність при взаємодії з біологічними об'єктами, що дає можливість використання в багатьох медичних областях: терапії, діагностиці та хірургії. В основі застосування лазерного випромінювання в різних спектральних областях лежить фототермічний ефект, а також фотодеструктивний ефект. Дія лазерного випромінювання на біологічну тканину є складним процесом і обумовлена видом поглинаючих центрів і агрегатів. При використанні лазерного випромінювання важливо

визначити спектр поглинання та глибину локалізації фокуса лазерного пучка в біологічну структуру об'єкту.

Ключові слова: Лазерне випромінювання, біотканина, інтенсивності випромінювання, спектр поглинання, енергія лазерного випромінювання, біологічна флуоресценція, лазерна біостимуляція.

На сьогоднішній день вивчення біологічних ефектів та механізмів дії лазерного випромінювання представляє інтерес для багатьох дослідників, оскільки надає можливість керування фізіологічними процесами біооб'єктів, а також розширює арсенал застосування біологічного ефекту у різних галузях техніки та медицини.

Стрімкий розвиток лазерних технологій привели до їх впровадження практично в усі напрямки науки і техніки, в тому числі в біологічні дисципліни і медицину. Унікальна здатність лазера максимально концентрувати енергію в просторі, в часі і в спектральному діапазоні дає широку можливість впроваджувати технології лазерного впливу у багатьох областях людської діяльності, і зокрема в медицині [1]. Дія лазерного випромінювання має високу ефективність при взаємодії з біологічними об'єктами, що дає можливість використання в багатьох медичних областях: терапії, діагностиці та хірургії.

Лазерне випромінювання, що представляє собою концентрований і вузько направлений потік стерильної енергії, широко використовується в різних областях медицини в терапевтичних, хірургічних і діагностичних цілях. Застосування лазерів в медицині ґрунтується на глибокому розумінні як фізичних, так і біологічних процесів, що відбуваються при взаємодії випромінювання з таким складним об'єктом як біотканини.

Основою діагностичного застосування лазерного випромінювання є відсутність не тільки будь-яких локальних реакцій у осередку взаємодії випромінювання з біотканиною, а й навіть мінімально виражених будь-яких реакцій на вплив всього організму в цілому. При цьому обов'язково слід мати на увазі, що локальний надзвичайно малопотужний і вкрай короткий вплив лазерного випромінювання на обмежену і навіть дуже невелику (менше одного квадратного міліметра) ділянку поверхні біотканини людини, неминуче впливає на весь організм в цілому. Безсумнівно, що це має місце навіть в разі діагностичного застосування лазерного випромінювання. Однак реакції при цьому настільки мало виражені, що вони не можуть бути помічені сучасними засобами репарації і ними цілком можна знехтувати.

Застосування лазерного випромінювання з терапевтичною метою часто супроводжується незначним підвищенням температури поверхні біотканини в зоні впливу не більше ніж на 1°С.

Актуальність наукових розробок в даній галузі зумовлена тим, що при використанні лазерного випромінювання важливо визначити глибину локалізації фокуса лазерного пучка, тобто проникання лазерного випромінювання в біологічну структуру об'єкту. Дія лазерного випромінювання на біологічну тканину є складним процесом і обумовлена тим, що: одна частина цього випромінювання відбивається, друга частина розсіюється, третя поглинається, а четверта проходить крізь різні шари біологічних тканин [2].

Спектр поглинання лазерного випромінювання в тканинах визначається видом поглинаючих центрів і агрегатів – хромофорів. У середньому ІЧ-діапазоні довжин хвиль переважаючим хромофором є вода. В УФ і у видимому діапазоні спектра основний внесок в поглинання дають білки. Наприклад, гемоглобін і такий найважливіший епідермальний хромофор як меланін активно поглинають випромінювання, починаючи з УФ аж до довжини хвилі 1 мкм. Значення коефіцієнтів поглинання м'яких тканин і їх основних компонент лежать в діапазоні від 10^{-3} до 10^4 см⁻¹ [4].

У тканинах світло не тільки поглинається, але і розсіюється. У припущенні рівномірного розподілу поглинаючих і розсіюють центрів в обсязі тканини глибину поглинання можна оцінити, виходячи із закону Бугера-Ламберта.

Інтенсивність I проходить через тканину завтовшки z випромінювання визначається співвідношенням [2] :

$$I = (1-R) I_0 \exp [-(\alpha + \beta_s) z],$$

де R – коефіцієнт відбиття;

I_0 – інтенсивність падаючого випромінювання;

α – коефіцієнт поглинання;

β_s – коефіцієнт розсіювання.

Енергія лазерного випромінювання в результаті поглинання і розсіювання в тканині перетворюється в теплову. Характер температурного поля на ділянці що опромінюється визначається теплофізичними характеристиками тканини. Тепловідведення з даної ділянки здійснюється не тільки за рахунок теплопровідності, але і за рахунок руху біологічних рідин.

Також необхідно відмітити і інші можливі ефекти збільшення інтенсивності дії лазерного випромінювання на біологічні тканини. При відносно невеликих значеннях енергії випромінювання мають місце фотохімічні реакції. У цих умовах можливий перехід атомів і молекул біотканини в збуджений стан без зміни її хімічної структури. У процесі переходу в основний стан випромінюється енергія на іншу, як правило, з більшою довжиною хвилі. Такого роду біологічна флуоресценція широко використовується в медичній практиці в діагностичних цілях [3].

Низькоінтенсивне лазерне випромінювання здатне стимулювати протікання фотохімічних реакцій в біомолекулах. В основі фотохімічної біостимуляції лежить поглинання енергії випромінювання біотканиною, що призводить до зміни стереохімічної структури складних молекул і молекулярних комплексів (наприклад, білків-ферментів, нуклеотидів) і, відповідно, їх біологічної активності. Лазерна біостимуляція широко використовується в терапевтичних цілях для лікування різного роду захворювань. Лазероіндуційовані фотохімічні реакції лежать в основі методу фотодинамічної терапії, що застосовується для лікування злоякісних новоутворень. Цей метод передбачає введення в пухлинні клітини спеціального барвника (фотосенсибілізатора), який в них накопичується і затримується довше, ніж в нормальних тканинах. Локальне опромінення пухлини випромінюванням певної довжини хвилі, що відповідає максимуму поглинання фотосенсибілізатора, ініціює фотохімічні реакції з утворенням синглетного кисню і гідроксилрадикалів, що надають руйнівний вплив на пухлинні клітини.

При більш високих значеннях щільності енергії випромінювання мають місце теплові впливи, зокрема лазерна деструкція тканини, що супроводжується невідновним руйнуванням між- і внутрішньо молекулярних зв'язків і структур тканини. Теплові впливи спостерігаються при часі опромінення $10^{-6} \dots 10^2$ секунд з інтенсивністю випромінювання $(10^3 \dots 10^6)$ Вт/см². Залежно від біофізичних властивостей тканини і параметрів випромінювання можуть бути реалізовані умови з різним ступенем теплового впливу, такі як:

- низькоенергетичні фазові переходи в тканинній воді, що лежать в основі цілеспрямованої зміни властивостей тканини, наприклад, форми хрящів;
- коагуляція, що виражається в денатурації білків, що широко використовується для зупинки кровотеч;
- випарювання (випаровування) тканини в процесі її розсічення або перфорації при лазерних хірургічних втручаннях.

При інтенсивності випромінювання $(10^9 \dots 10^{12})$ Вт/см² спостерігаються нелінійні ефекти, зокрема, оптичний пробій. Оптичний пробій – це лавинна іонізація у полі лазерного імпульсу, що розвивається при деякій граничній інтенсивності випромінювання. Для

ініціювання пробою необхідні вільні електрони. У їхню відсутність вони можуть бути генеровані безпосередньо в процесі лазерного впливу в результаті багатофотонної іонізації атомів і молекул. При пробі утворюється плазма ($10^3 \dots 10^4$)К і ударна хвиля (до $10^7 \dots 10^8$)Па.

При тепловому розширенні тканини в процесі лазерного опромінення, утворення парової фази і плазми веде до виникнення акустичних і ударних хвиль. Це може привести до механічних пошкоджень тканини в області ділянки що опромінюється через високі локальні тиски на фронті ударної хвилі. За винятком ряду застосувань лазерного випромінювання в офтальмології, цей ефект практично не враховується. Разом з тим ініційовані лазерним випромінюванням ударні хвилі використовують в літотрипсії для руйнування каменів в жовчному і сечовому міхурах, нирках.

В основі терапевтичного застосування лазерного випромінювання лежать фотохімічні процеси, при яких поглинене біотканинами світло збуджує в них атоми і молекули, викликаючи фотохімічні реакції, що лежать в основі застосування лазерного випромінювання як терапевтичний засіб. Терапевтичне лазерне вплив передбачає застосування низькоінтенсивного лазерного випромінювання (**НІЛВ**), потужність якого не перевищує 1 Вт. НІЛВ стимулює репарацію біотканин, викликає виражений протизапальний ефект (в зоні безпосереднього впливу), надає локальну протизапальну дію. В деяких випадках істотно знижує інтенсивність локальних больових відчуттів, а також, зменшуючи в'язкість крові і лімфи, покращує їх мікроциркуляцію.

До теперішнього часу встановлено, що дія НІЛВ викликає багато різноманітних реактивних змін не тільки в клітинах і міжклітинних структурах, а й в біотканинах, органах і системах організму в цілому. При цьому відповідні реакції не тільки багаторівневі, але й багатоступінчасті. Як правило, ці реакції зумовлюють виникнення і подальший розвиток інших більш складних реактивних процесів, що запускають, в свою чергу тригерні механізми саморегуляції організму, надаючи тим самим воістину цілющий ефект впливу на пацієнта. Відповідна реакція організму пацієнта на вплив НІЛВ завжди представляє собою інтегральну системну реакцію клітин, тканин, органів і керуючих систем організму [5], яка в кінцевому рахунку спрямована на підвищення рівня життєдіяльності організму, розширення його адаптивних можливостей і посилення його резистентності до несприятливого впливу різних екзо- і ендо- генних факторів. Клініко-експериментальним шляхом було встановлено, що сумарна кількість енергії лазерного випромінювання, поглиненої організмом людини, не повинно перевищувати 5 Дж/см^2 . Перевищення цієї дози викличе дисфункціональні, а іноді і деструктивні зміни в організмі [6].

Висновки. Таким чином, при узагальненні основ застосування лазерного випромінювання в різних спектральних областях лежить фототермічний ефект, а також фотодеструктивний ефект. Поширення світла, що потрапила на ділянку біотканини, можна розділити на чотири взаємопов'язані процеси. Чим більше поглинання, тим менше глибина проникнення, і в меншому обсязі біотканина поглине енергію лазерного випромінювання. Оптичні і термічні властивості тканини мають вирішальну роль для досягнення певної температури тканини. Залежно від коефіцієнта поглинання тканини, потужності і тривалості опромінення в тканині поглинається певна енергія на обсяг.

Список літератури

1. Щербаков А.И., Лазерная физика в медицине // УФН. – 2010. – Т. 180, №6. – С. 661–665.
2. Шахно Е.А., Физические основы применения лазеров в медицине. – СПб : НИУ ИТМО, 2012. – 129 с.
3. Чирков В.Д., Яхонтов Н. Е., Щелоков А. И., Лазеры и их применение в биологии и медицине : учебн.-метод. пособие. – Горький : ГМИ., 1978. – 65 с .

4. Куликова И.В., Малюков С.П., Бростилов С.А., Моделирование теплового воздействия лазерного излучения на биологические ткани // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11–2. – С. 425–429.

5. Ohshiro, T. Laser parameters and the power concept / T. Ohshiro, R.G. Calderhead. — Chichester : A Practical Introduction, 1988. — 19 с.

6. Бабейков, И. М., Морфологические основы низкоинтенсивной лазеротерапии / [И. М. Бабейков, А. Х. Касымов, В. И. Козлов и др.] // Генераторы квантовые — Применение в медицине. — Ташкент : им. Ибн Сины, 1991. —221 с.

УДК 618 14-002

***ВИПРОМІНЮЮЧІ СИСТЕМИ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ЗАПАЛЕНЬ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ
МАТКИ ТВАРИН ВЕЛИКОЇ ТА МАЛОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ***

Косуліна Наталія Геннадіївна

професор, д.т.н, завідувачка кафедри БМІТЕ

Коршунов Костянтин Сергійович

аспірант

Косулін Станіслав Валерійович

аспірант

Харківський національний технічний
університет імені Петра Василенка

м. Харків, Україна

tte_nniekt@kr.net

Анотація. Проведений аналіз випромінювачів для лікування запалень слизової оболонки матки тварин великої та малої рогатої худоби.

Ключові слова. Випромінювач, слизова оболонка матки, розкриття рупору, антена.

Нині для лікування запалення слизової оболонки матки намагаються використовувати метод квантової терапії. Проте, враховуючи довжину хвиль лазерного випромінювання, і те, що випромінююча система поміщається в запобіжну оболонку при проведенні обробки слизової оболонки тварин, результати лікування виявляються малоефективними. Літературний аналіз показує, що лікування запалення слизової оболонки матки у тварин можливо на основі застосування інформаційного електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону [1].

Це пов'язано з тим, що глибина проникнення електромагнітного випромінювання цього діапазону в області матки тварини, на відміну від оптичного, значно вище, що у результаті приведе до ефективнішого лікування. У основі терапевтичної дії електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону лежить загибель патогенних мікробів в матці тварин і підвищення енергетичної активності клітинних мембран. В результаті цієї дії відбувається підвищення швидкості процесів окислювального фосфорилування і біологічного окислення, поліпшення мікроциркуляції крові і лімфи, активізації регенеративних процесів в тканинах, що приведе до одужання тварин [2]. Основним елементом для внутрішньоутробного лікування запалення слизової оболонки матки тварин є випромінювач, який повинен сформувати необхідну діаграму спрямованості, забезпечити достатній рівень щільності потоку потужності електромагнітної енергії на слизовій поверхні матки тварини і мати діаметр розкриття не більше 30 мм.

Нині в міліметровому діапазоні довжин хвиль широко застосовуються різні типи

антен: антени поверхневих хвиль, дзеркальні, діелектричні, фазовані решітки, хвилеводно-щілинні, рупорні і інші [3].

До класу поверхневих хвиль відносяться антени з уповільненою фазовою швидкістю ($V_\phi < c$). Антени такого виду розрізняють по уповільнюючій структурі. Відмітною ознакою хвилі з $V_\phi < c$ являється збування амплітуди поля хвилі при видаленні від уповільнюючої структури за експоненціальним законом. Причому швидкість збування тим швидше, чим більше уповільнення хвилі. Тому характерною особливістю таких антен є їх малі поперечні розміри. У якості плоских уповільнюючих систем використовуються гребінчасті структури і структури у вигляді тонкого шару діелектрика на металевій підкладці. Якщо розглянути гребінку в якості уповільнюючої структури, то для неї повинні виконуватися наступні умови: період $D \leq 0,1\lambda$; глибина канавок h має бути менше $\lambda/4$. Звідси стає зрозумілим, які геометричні розміри повинна мати гребінка в чотирьохміліметровому діапазоні довжин хвиль і скільки коштуватиме її виготовлення. З іншого боку, необхідно забезпечити ефективне збудження уповільнюючої структури без появи вищих типів хвиль і відображень. А це вже досить складне технічне завдання.

До недоліків антен поверхневих хвиль слід віднести порівняно мале посилення, що реалізовується, і відносно високий рівень бічних пелюсток. На підставі усього сказаного можна зробити висновок, що застосування антен подібного типу для лікування запалення слизової оболонки матки тварин не раціональне.

Хвилеводно-щілинні антени, що отримані при прорізанні щілин у хвилеводних системах, є одним з видів лінійних багатoelementних антен. Вони забезпечують звуження діаграми спрямованості (ДС) в площині, що проходить через вісь хвилеводу. Розрізняють антени резонансні, нерезонансні і антени з погодженими щілинами. Для антен першого типу відстань між сусідніми щілинами d дорівнює хвилеводній довжині хвилі (λ_x). Для нерезонансних хвилеводно-щілинних антен вибирається $d < \lambda_x / 2$. У антенах з погодженими щілинами кожна щілина окремо узгоджується з хвилеводом за допомогою реактивного вібратора або діафрагми. У загальному випадку довжина щілин дорівнює $\lambda / 2$ (λ – довжина хвилі у вільному просторі), а їх ширина $d\lambda$.

Звідси стає зрозумілим, що застосування подібного типу антен в діапазоні довжин хвиль менше 7 мм досить проблематично. Тут необхідно помітити, що поперечний переріз одномодового прямокутника хвилеводу в цьому діапазоні складає $3,6 \times 1,8$ мм. Крім того, загальним недоліком хвилеводно-щілинних антен є обмеженість діапазонних властивостей. При зміні частоти в такій антені, що може мати місце у разі використання, нестабілізованого по частоті джерела НВЧ коливань, відбувається відхилення ДС в просторі від заданого напрямку, що супроводжується зміною її ширини і узгодження з живлячим хвилеводом. Таким чином, використання подібного типу антен для цілей лікування запалення слизової оболонки матки тварин не доцільне.

Хвилеводно-рупорні антени, на відміну від розглянутих вище, є широкосмуговими пристроями і забезпечують приблизно полуторне покриття по діапазону. Вони прості у виготовленні. У загальному випадку рупор є трансформатором хвилі, що поширюється по підвідному хвилеводу в хвилю іншого типу. Відбувається перетворення плоскої хвилі малих розмірів в поперечному перерізі хвилеводу в приблизно плоску хвилю значних розмірів в розкритті рупора. Крім того, завдяки плавній зміні хвильового опору уздовж рупора, забезпечується узгодження хвилеводу з вільним простором, завдяки чому зменшується відбиття від розкриття.

Розрізняють конічні, пірамідальні та секторальні випромінювачі. Конічні рупорні антени будуються на базі круглого хвилеводу, по якому поширюється основна хвилеводна хвиля TE₁₁. Вони мають ряд недоліків: площа поляризації поля у таких антен нестійка і легко змінюється навіть при незначних деформаціях стінок; поле в розкритті такого випромінювача поляризоване неоднаково в різних точках.

Висновки. Для внутрішньоутробного лікування слизової оболонки матки тварин слід провести аналіз гофрованого конічного випромінювача електромагнітної енергії міліметрового діапазону довжин хвиль, який при мінімальних розмірах діаметру розкриття (30 мм) зможе забезпечити необхідну діаграму спрямованості не більше 30 мм на рівні 3 дБ, а також провести макетування і дослідження основних характеристик випромінюючого терміналу.

Список літератури

1. Эндометрит у коров – профилактика и комплексное лечение / Белкин Е. А. <https://vicgroup.ru/publ/p/vsp/endometrit-u-korov---profilaktika-i-kompleksnoe-lechenie/>.
2. Косулина Н. Г. Анализ распределения электромагнитного поля при облучении биологических веществ / Косулина Н. Г., Черенков А. Д., Сингатулин // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». – Вип. 186. – 2017. – С. 153–154.
3. Хажен Р. Сканирующие антенные системы СВЧ / Р. Хансен: пер. с англ. под ред. Г. Т. Маркова. – М. : Сов. радио, 1991. – 356 с.

УДК 615.849:616.8-009

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РІВНЯННЯ ЛІКАРСЬКОГО ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ

Ляшенко Геннадій Анатолійович

к.т.н., доцент кафедри БМІТЕ

Полянова Надія Володимирівна

старший викладач кафедри БМІТЕ

Харківський національний технічний

університет ім. П. Василенка,

м. Харків, Україна

lyashgen@gmail.com

nadya.polysnjva@khntusg.info

Анотація. В статті наведено підхід до використання рівняння лікарського електрофорезу з метою оптимізації лікувального процесу. Позитивний результат досягається завдяки сполученню обраних необхідних лікарських препаратів, біотропних параметрів діючого струму та методик лікування.

Ключові слова: електрофорез, електроліз, терапевтична доза, електрофоретична проникність, електричний струм.

Ще на початку XIX сторіччя було помічено, що невеличкі постійні струми мають терапевтичну дію. В залежності від місця прикладення електродів подразнення передається від шкіри по нервах на той чи інший внутрішній орган, в якому відбуваються зміни його обмінних та функціональних властивостей. Як реакція на подразник рефлекторно розширюються капіляри, змінюється провідність кліткових мембран; електроліз в клітинах та біотканинах приводить до виникнення нових речовин з новою фізіологічною активністю. На сьогодні електрофорез лікарських речовин є одним із розповсюджених методів електротерапії за рахунок комплексної дії на організм електричного струму та лікарських речовин, що вводяться за його допомогою.

До певного моменту не існувало точних визначень дозування введення лікарських препаратів в організм пацієнта. Початок таким дослідженням поклали А.П. Парфенов, В. С. Улащик [1-3].

За результатами комплексних досліджень, основна частина яких викладена в [1, с. 88-90, 2, с. 63-65], була сформульована кількісна теорія лікарського електрофорезу. Математичним виразом кількісної теорії є загальне рівняння лікарського електрофорезу. Воно має такий вигляд [2, с. 63]:

$$P = kdB^{-x} \left(-e^{-bc} \right) I t, \quad (1)$$

де P – кількість речовини (в мг), що вводиться електрофорезом за процедуру;

I – сила струму (в Амперах);

t – тривалість процедури (в с);

e – основа натуральних логарифмів, яка дорівнює 2,718;

B – вік пацієнта (в роках);

c – концентрація речовини (в %) в робочому розчині;

d , x і b – коефіцієнти, чисельні значення яких залежні від фізико-хімічних параметрів (табл. 1);

k – регіонарний коефіцієнт, який має однакові чисельні значення для всіх лікарських речовин (передпліччя – 1,0; плече – 1,10; стегно – 0,91; гомілка – 0,81; міжлопаткова область – 0,93; надлопаткова область – 1,24; груди – 1,18).

Таблиця 1

Коефіцієнти загального рівняння електрофорезу для найбільш часто форетусмих речовин [2]

Речовина	d	x	b
Аскорбінова кислота	2,84	0,34	0,53
Новокаїн	3,04	0,40	2,00
Бензогексоній	2,96	0,40	1,20
Гексоній	2,72	0,40	1,25
Тіамін	4,10	0,40	1,26
Гепарин	2,20	0,40	0,80
Саліцилат натрію	2,91	0,35	0,90
Ганглерон	2,65	0,40	1,21
Нікотинова кислота	3,31	0,40	1,50
Аміназин	2,47	0,40	1,10

Загальне рівняння, яке носить середньостатистичний характер, дозволяє за легко врахованими параметрами визначати кількість введеної за процедуру електрофорезом лікарської речовини.

Спеціально виконані перевірочні дослідження при широкому варіюванні умов проведення процедури показали, що розбіжність теоретично розрахованої і експериментально вимірюваної кількості введеної електрофорезом речовини не перевищувала 5% і в середньому становила 3,75%. Гарний збіг розрахункових і аналітичних даних є достатньою підставою для застосування виведеного рівняння як в дослідницьких цілях, так і в практичній роботі. Розрахунок за загальним рівнянням хоча і не складний, однак має деякі труднощі для практичних лікарів, а головне, вимагає певних витрат часу.

Мета статті дещо спростити підхід до визначення дози лікарських препаратів на основі графічних залежностей кількісної теорії електрофорезу. Загальне рівняння лікарського електрофорезу може бути використане не тільки для визначення кількості введеної електрофорезом лікарської речовини, а також для дозування електрофорезу, тобто для визначення часу або сили струму, необхідних для введення заданої (терапевтичної) дози лікарської речовини (A в мг); для цього його необхідно вирішити щодо I (в мА) або t (в хв):

$$I = \frac{A}{0,06 \cdot k \cdot d \cdot B^{-x} \left(-e^{-bc} \right) \cdot t}, \quad (2)$$

$$t = \frac{A}{0,06 \cdot k \cdot d \cdot B^{-x} \left(-e^{-bc} \right) \cdot I}. \quad (3)$$

Загальне рівняння може бути використане для виведення часткових рівнянь електрофорезу лікарських речовин (2), (3), які раніше не вивчалися в кількісному аспекті. Рішення такого завдання зводиться до визначення чисельних значень коефіцієнтів d і b . На рис. 1, 2, 3 авторами наведені графічні залежності кількості лікарської речовини (бензогексонію) на основі рівнянь (2), (3) від величини лікувального струму та віку пацієнта з урахуванням наведених у таблиці 1 даних.

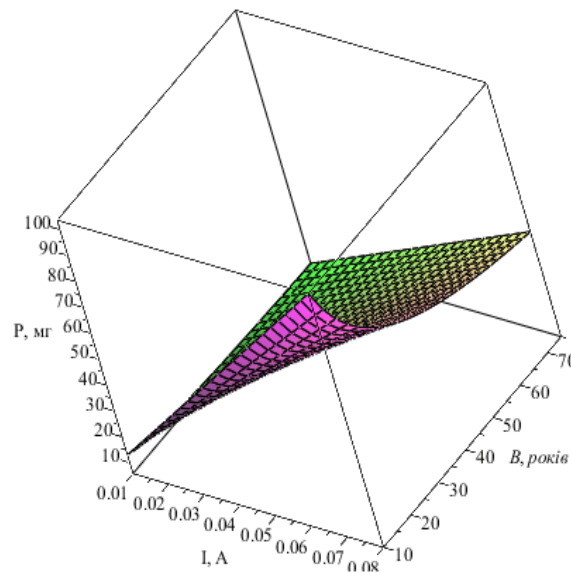


Рис. 1. Залежність кількості введеної лікарської речовини (P , мг) від сили струму (I , А) та віку пацієнта (B , років)

Для більш наглядної інтерпретації наведемо графічні залежності окремо для сили струму та віку пацієнта. На рис. 2 зображена залежність кількості уведеної лікарської речовини (P в мг) від сили струму (I в А); на рис. 3 зображена залежність кількості уведеної лікарської речовини (P в мг) від віку пацієнта (B в роках).

Аналіз графічних залежностей показав, що для будь-якого віку кількість форетуємої лікарської речовини практично прямо пропорційна силі струму, однак з віком засвоєння лікарської величини зменшується, що потребує збільшення дози за сеанс (параметри I або t) або збільшення кількості сеансів.

Рівняння (1) може бути використане для моделювання різних ситуацій, які зустрічаються в практиці лікарського електрофорезу, і визначення оптимальних умов його проведення в тих чи інших клінічних ситуаціях.

Приклад практичного застосування графічних залежностей може бути наступним:

- визначається кількість форетуємої речовини за віком пацієнта;
- після чого регулюється величина струму в залежності від кількості лікарської речовини.

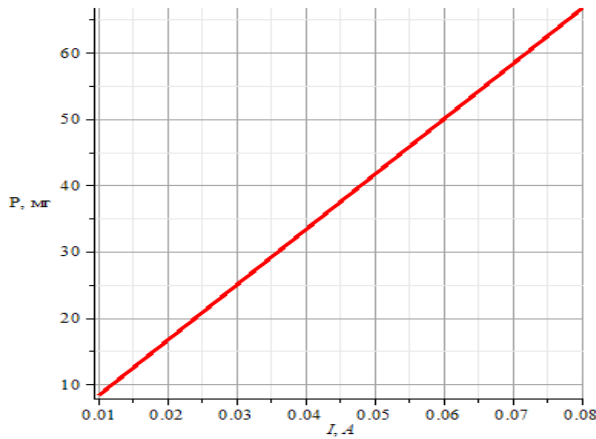


Рис. 2. Залежність кількості уведеної лікарської речовини (P в мг) від сили струму (I в А)

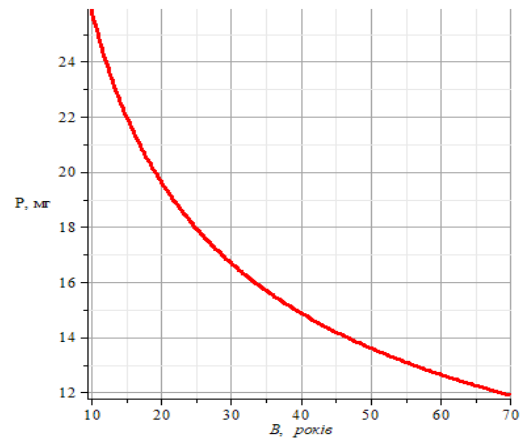


Рис. 3. Залежність кількості уведеної лікарської речовини (P , мг) від віку пацієнта

Графічні залежності (рис. 1, 2, 3) згідно загального рівняння лікарського електрофорезу можуть бути використані для оцінки змін електрофоретичної проникності шкіри хворих і застосування в зв'язку з цим відповідних лікувальних заходів. Їх використання може виявитися корисним при розробці та застосуванні лікарського електрофорезу в комплексі або поєднанні його з іншими фізичними факторами, наприклад з температурою [4, с. 101–104] і лікувальними засобами, а також при варіюванні використання електричного струму.

Висновки. Таким чином, узагальнення результатів кількісних досліджень лікарського електрофорезу у вигляді рівнянь і графіків не тільки дало можливість враховувати кількість введенної постійним струмом речовини, а й відкрило шлях до дозування і параметричної оптимізації методу. Цим самим лікарський електрофорез наближається до звичайних фармакотерапевтичних методів, найважливішим принципом яких є точне дозування ліків.

Список літератури

1. Улащик В. С. Электрофорез лекарственных веществ: Руководство для специалистов / В. С. Улащик // Минск: Беларус. Навука, 2010. – 404 с.
2. Улащик В. С., Пономаренко Г. Н. Лекарственный электрофорез / В. С. Улащик, Г. Н. Пономаренко // СПб., 2010. – 288 с.
3. Парфенов А. П. Электрофорез лекарственных веществ / А. П. Парфенов // Л.: Медицина, 1973. – 175 с.
4. Гаврилюк М. В., Константинович І. А. Термоелектричний прилад для електрофорезу / М. В. Гаврилюк, І. А. Константинович // Науковий вісник Чернівецького університету. – 2014, Том 3, Вип. 1 : Фізика. Електроніка.

СЕКЦІЯ 2: НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОМАТЕРІАЛИ В БІОЛОГІЧНИХ ТА МЕДИЧНИХ МАТЕРІАЛАХ

УДК 534.232

УСТАНОВКА ДЛЯ УТВОРЕННЯ ПОТУЖНОГО АКУСТИЧНОГО ПОЛЯ В РІДИНІ НА ЗВУКОВИХ І УЛЬТРАЗВУКОВИХ ЧАСТОТАХ

Чеський Юрій Володимирович

к.ф.-м.н., доцент

Горбатюк Олександр Феліксович

завідувач лабораторії

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

yu.v.tchesskii@opu.ua

afgor@ukr.net

Анотація. Побудування підсилювача потужності з наступними характеристиками: діапазон підсилюваних частот – (0,5 ... 500) кГц; діапазон навантажень – (30 ... 700) Ом; вихідна потужність – не менше 1 кВт; коефіцієнт нелінійних спотворень – не більше 10% при зазначеній потужності; нерівномірність нормованого коефіцієнта посилення потужності в досліджуваних діапазонах частот і навантажень – не гірше 1 дБ; вхідна напруга – 0,5 В. Вимогам широкополосності задовольняє підсилювач потужності гармонійних коливань з трансформаторним виходом, в якому в якості вхідного сигналу використовується вихідна напруга промислового генератора з відповідним діапазоном частот. Застосування малогабаритних металокерамічних ламп дозволяє створити компактний підсилювач потужності, що працює в широкому діапазоні частот і навантажень. Застосовані вихідні трансформатори тороїдальної конструкції, які дають можливості отримати мале поле розсіювання в навколишньому просторі.

Цей ефект досягається при виконанні обмоток трансформатора у вигляді секцій які чергуються. Вторинні обмотки обох трансформаторів для забезпечення можливості роботи з перетворювачами, що мають різний імпеданс, виконані у вигляді окремих секцій. Розроблений широкодіапазонний підсилювач потужності може бути використаний для роботи з різними п'єзоелектричними перетворювачами при створенні потужних акустичних полів, з метою проведення всіляких нанотехнологій.

Ключові слова: тороїдальний трансформатор, широкополосний підсилювач, металокерамічна лампа, ультразвукові нанотехнології

Вступ. Потужні ультразвукові коливання – це засіб активного впливу на тепло- і масообмінні процеси в рідині, на структуру і властивості твердих тіл, на швидкість і якість хімічних реакцій. Застосування ультразвуку при виробництві наноматеріалів забезпечує численні позитивні ефекти. Перший напрямок застосування – це використання ультразвуку при синтезі і осадженні наночастинок. Друге – це розпорошення наночастинок в рідині для руйнування їх агломератів.

Сонохімія – дослідницька область, що вивчає те, як відбуваються хімічні реакції під впливом потужного ультразвукового випромінювання. Майже у всіх сонохімічних реакціях, що дають неорганічні продукти, були отримані наноматеріали. Вони відрізнялися за розміром, формою, структурою і по твердій фазі (аморфної або кристалічної), але завжди були нанорозмірними [1].

Було розроблено безліч методів для отримання наночастинок. Існує, однак, чотири питання, пов'язаних з матеріалознавством і нанотехнологіями, в яких сонохімічний метод є основним по відношенню до інших методів. Це наступні чотири області.

1. Отримання аморфних продуктів. Хоча аморфні метали можуть бути отримані холодним загартуванням металів, коли мова йде про оксиди металів, швидкості охолодження, необхідні для багатьох оксидів, лежать далеко за межами тих, які можуть бути отримані методом холодного гарту. З цієї причини для створення аморфних продуктів в суміш додаються склоутворюючі матеріали [2, 3]. Коли сонохімічні методи застосовуються для синтезу аморфних оксидів металів (або сульфідів та інших халькогенідів), то немає необхідності додавати подібні склоутворювачі, і аморфні продукти виходять нанорозмірними.

2. Введення наноматеріалів в мезопористі матеріали. Ультразвукові хвилі використовуються для введення аморфних нанорозмірних каталізаторів в мезопори [4, 5]. Детальне вивчення показує, що наночастинки осідають рівномірним шаром на внутрішніх стінках мезопор, без їх закупорювання. У порівнянні з іншими методами, такими як просочення або термічне напilenня, сонохімія показує кращі характеристики.

3. Осадження наночастинок на керамічних і полімерних поверхнях. Сонохімія використовується щоб осаджувати різні наноматеріали (метали, оксиди металів, напівпровідники) на поверхнях керамічних [6, 7] і полімерних матеріалів. На поверхні формується рівномірний однорідний покриваючий шар. Наночастки прикріплюються до поверхні за допомогою формування хімічних взаємодій з підкладкою і не можуть бути видалені промиванням.

4. Створення білкових мікро- і нано- сфер. Було показано, що будь-який білок (наприклад, полі-глутамінова кислота) може бути перетворений в сферу за допомогою обробки ультразвуком [8]. Було також проілюстровано, що можна інкапсулювати ліки, такі як тетрациклін, в таку сферу [9]. Дослідження показали, що сферичний білок є біологічно активним, хоча його біологічна активність знижується. Процес сонохімічної сферизації триває всього 3 хвилини, що швидше, ніж будь-який інший метод [1].

Ще одне застосування ультразвуку – диспергування. Наноматеріали, наприклад, оксиди металів або вуглецеві нанотрубки мають тенденцію агломеруватися при перемішуванні в рідині, в той час як створення наноматеріалів вимагає ефективного диспергування і отримання рівномірного розподілу наночастинок в рідині. Для подолання сили зв'язків після змочування порошку необхідні ефективні способи деагломерації і диспергування. Ультразвукова дезінтеграція агломератів у водних і безводних суспензіях дозволяє повністю використовувати потенціал наноматеріалів.

Дослідження на різних дисперсіях агломератів наночастинок з різним вмістом твердої частини продемонстрували значні переваги ультразвуку в порівнянні з іншими технологіями, такими як роторні мішалки, поршневі гомогенізатори, кульові млини і колоїдні млини. Наприклад, вуглецеві нанотрубки міцні і еластичні, але дуже схильні до злипання. Їх важко диспергувати в рідких середовищах, таких як вода, етанол, масло і т. д. Використання ультразвуку - ефективний метод для отримання дисперсії, що складається з окремих нанотрубок за лічені хвилини.

Застосування ультразвукового випромінювання у багатьох випадках дає значні переваги, а іноді, є єдиним ефективним рішенням проблем, пов'язаних з синтезом і подальшим застосуванням наночастинок.

Матеріали і методи. Установка складається з лабораторної стійки, широкополосного підсилювача потужності гармонійних коливань, задаючого генератора, частотомера, вольтметра, високоефективних та високочастотних п'єзокерамічних перетворювачів і хвилеводів-випромінювачів (концентраторів) до перетворювача.

Найбільш повно вимогам широкополосності задовольняє підсилювач потужності гармонійних коливань з трансформаторним виходом, в якому в якості вхідного сигналу використовується вихідна напруга промислового (стандартного) генератора з відповідним діапазоном частот. Застосування малогабаритних металокерамічних ламп (наприклад променевих тетродов ГУ-74Б) дозволяє створити компактний підсилювач потужності, що працює в широкому діапазоні частот і навантажень.

Для отримання потужності, наприклад, 1кВт в кожному плечі двотактного підсилювача досить використовувати по дві лампи зазначеного типу (максимальна потужність, що розсіюється анодом однієї лампи становить 550Вт). Отриманий при цьому запас потужності дозволяє компенсувати її зниження в разі виходу за робочий діапазону частот і навантажень. Режим роботи ламп вихідного каскаду вибирається з урахуванням вимог, що пред'являються до величини гармонійних спотворень, присутніх у вихідному сигналі.

Попередній підсилювач і фазоінвертор також виконані на лампах (низькочастотний пентод з подовженою характеристикою 6П18П). Побудова всього підсилювального тракту на лампах дозволило отримати прийнятний рівень нелінійних спотворень (не більше 10%) без введення глибоких зворотних зв'язків, малі фазові спотворення сигналу в широкому діапазоні частот, при максимально простому схемном вирішенні, і, як наслідок, високу надійність пристрою, обмежену тільки ресурсом самих ламп.

Результати дослідження. Електричний розрахунок вихідних трансформаторів, що працюють в ультразвуковому діапазоні, пов'язане зі значними труднощами через необхідність враховувати вплив розподілених паразитних параметрів обмоток. Розробка таких трансформаторів заснована на використанні, як результатів розрахунку, так і експериментальних досліджень.

Одними із загальних вимог, що забезпечують високу якість трансформатора, є максимальне зниження індуктивності розсіювання обмоток L_s і його власної ємності C . Обидва ці параметри визначаються конструкцією трансформатора.

Хороші результати можна отримати, застосовуючи вихідні трансформатори тороїдальної конструкції. Крім можливості отримати мале поле розсіювання в навколишньому просторі в такому трансформаторі, при виконанні його обмоток у вигляді чергуються секцій, можна досягти одночасного зниження обох параметрів L_s і C [10].

Побудован підсилювач потужності з наступними характеристиками: діапазон підсилюваних частот – (0,5 ..500)кГц; діапазон навантажень – (30...700)Ом; вихідна потужність – не менше 1кВт; коефіцієнт нелінійних спотворень – не більше 10% при зазначеної потужності; нерівномірність нормованого коефіцієнта посилення потужності в досліджуваних діапазонах частот і навантажень (усереднена характеристика) – не гірше 1дБ; вхідна напруга – 0,5В (ефективне значення). Зазначений діапазон частот перекривається за допомогою двох трансформаторів тороїдальної конструкції. Обмотки низькочастотного трансформатора, що працює в діапазоні частот – (0,5...50)кГц, розташовані коаксіально і рівномірно розподілені по поверхні тора. Для збільшення електричної міцності і для зниження власної ємності трансформаторів їх рознесено на невелику відстань один від одного [10].

На частоті 50кГц передбачена можливість напівавтоматичного перемикавання на високочастотний трансформатор, що працює в піддіапазоні – (50...500)кГц. Його обмотки виконані в один шар у вигляді чергуються секцій, рівномірно розподілених по всій поверхні сердечника. Магнітопровід низькочастотного трансформатора кручений, виготовлений з холоднокатаної стрічкової сталі марки Е330. Високочастотний трансформатор виконаний на сердечнику з фериту марки 200НН2.

Вторинні обмотки обох трансформаторів для забезпечення можливості роботи з перетворювачами, що мають різний імпеданс, виконані у вигляді окремих секцій.

Узгодження підсилювача з навантаженням здійснюється шляхом їх комутування за допомогою електромагнітних реле, розрахованих на великі струми комутації (РЕН 33), а самі трансформатори перемикаються за допомогою високовольтного вакуумного реле В1В – 1Т1. Робоча напруга цього реле досягає 3кВ, а пропускаємий через контакти струм може доходити до 10А.

Електронне блокування входу підсилювача потужності дозволяє проводити перемикання в процесі його роботи, виключаючи утворення дуги на контактах реле. Управління роботою підсилювача напівавтоматичне. Це пов'язано, перш за все, з необхідністю суворого дотримання порядку подачі живлення, лампи вихідного каскаду, напруг, а також зі створенням зручності під час роботи з підсилювачем. При виготовленні підсилювача дотримувалися заходів щодо зниження монтажних ємностей і довжин з'єднувальних провідників.

Висновки. Дослідження підсилювача показало, що при необхідності подальшого розширення робочої смуги частот і навантажень основною проблемою буде пошук можливості подальшого зниження паразитних параметрів вихідних трансформаторів. Воно може бути досягнуто зміною, як конструкції обмоток, так і розміщення і порядку їх комутації.

Розроблений широкодіапазонний підсилювач потужності може бути використаний для роботи з різними п'єзоелектричними перетворювачами при створенні потужних акустичних полів, з метою впливу на всілякі об'єкти.

Список літератури

1. Geganken. Using sonochemistry for the fabrication of nanomaterials // Ultrasonics Sonochemistry. – 2004, Vol. 11. – P. 47.
2. J. Livage. Amorphous transition metal oxides // J. Phys., 1981. – vol. 42. – 981.
3. M. Sugimoto. Amorphous characteristics in spinel ferrites containing glassy oxides // J. Magn. Magn. Mater. . – 1994, Vol. 133. – P. 460.
4. M.V. Landau, L. Vradman, M. Herskowitz, Y. Koltypin, A. Gedanken // Ultrasonically Controlled Deposition–Precipitation: Co–Mo HDS Catalysts Deposited on Wide-Pore MCM Material // J. Catal. – 2001, Vol. 201. – P. 22.
5. N. Perkas, Y. Wang, Yu. Koltypin, A. Gedanken, S. Chandrasekaran. Mesoporous iron-titania catalyst for cyclohexane oxidation // Chem. Comm. – 2001. – P. 988.
6. S. Ramesh, Y. Koltypin, R. Prozorov, A. Gedanken. Ultrasound Driven Deposition and Reactivity of Nanophasic Amorphous Iron Clusters with Surface Silanols of Submicrospherical Silica // Chem. Mater. – 1997. – Vol. 9. – P. 546.
7. V.G. Pol, R. Reisfeld, A. Gedanken. Sonochemical synthesis and optical properties of europium oxide nanolayer coated on titania // Chem. Mater. – 2002, Vol. 14. – P. 3920.
8. S. Avivi Levi, A. Gedanken. Are S-S Bonds Responsible for the Sonochemical Formation of Proteinaceous Microspheres? The Case of Streptavidin // Biochem. J. – 2002, Vol. 366. – P. 705.
9. S. Avivi Levi, Y. Nitzan, R. Dror, A. Gedanken. An easy sonochemical route for the encapsulation of tetracycline in bovine serum albumin microspheres // J. Am. Chem. Soc. – 2003, Vol. 125. – P. 15712.
10. Русин Ю. С. Трансформаторы звуковой и ультразвуковой частоты. – Л. : Энергия. – 1973. – 152 с.

УДК 621.7

ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОСМЕТОЛОГІЇ

Тітова Наталія Володимирівна

д.т.н., проф., зав. кафедрою БМІ

Юшук Любов Юрійвна

студентка гр. СБМ-171

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

yuschyk2409@gmail.com

tnv.titova@gmail.com

Анотація. В статті наведено короткий історичний огляд лазерних технологій в косметології. Розглянуто та проаналізовано як працює лазерна технологія при епіляції. Показані принципи за якими видаляють волосся за допомогою лазерів.

Ключові слова: лазерна епіляція, теплова енергія діодного лазера, частота світла, електромагнітна хвиля, інфрачервоний діапазон світла, селективний фототермоліз.

Вперше лазерна епіляція була відкрита вченим-фізиком **Марком Клементом**, в кінці 1970-х. Він випадково підставив на кілька секунд руку під світло лазера на ітрій-алюмінієвому гранаті (**YAG**), активованому неодимом. Світло лазера "спалив" все волосся на цій ділянці руки. Інцидент не завдав шкоди його шкірі і був незабаром забутий, але через кілька місяців він зауважив позбавлене волосся пляма на своїй руці. Спочатку була спроба видаляти волосся за допомогою рубінового лазера. Він спалював волосся, але не завжди видаляв фолікули і був небезпечний для смаглявої шкіри, викликаючи на ній опіки. Друга спроба була зроблена вже з неодимовим лазером. Вона теж не була занадто успішною. Після процедури на шкірі з'являлися рубці. І тільки в 1995 році був винайдений діодний лазер, здатний зруйнувати фолікул, але і він відразу не був схвалений службами по санітарному контролю. Тільки через кілька років була придумана система охолодження, що дало можливість говорити про повну безпеку цієї процедури [1].

Через деякий час після численних повторень експерименту на метод було отримано дозвіл FDA, і він увійшов в косметологічну практику, як епіляція лазером. Даний вид лазера застосовується також в офтальмології, звичайно, в зовсім іншому виконанні. Офтальмолог за допомогою прицілювання міні-лазером «стріляє» потужнішою гарматою по відшаруваній сітківці.

Лазерна епіляція – це не все, на що здатний лазер в косметології, ним користуються також для видалення пігментних плям і судинних зірочок, розширень капілярів. Принцип все той же – тепловий вплив, що приводить до селективної загибелі тканини, в даному випадку, більш інтенсивно забарвлених розширених капілярів.

Ербієвий лазер застосовують у хірургічній косметології, так само як і лазер на основі CO₂ – газовий лазер на двоокису вуглецю. Ербієвий лазер має таке ж робоче тіло як у неодимового лазера – YAG, але активні іони – ербій замість неодиму. Ербієвий лазер використовують для шліфування шкіри і видалення дрібних дефектів, наприклад, папілом. Шліфування шкіри ербієвим косметологічним лазером як фантастика: невеликий по товщині шар шкіри моментально перетворюється в пар. Отже вплив лазера в косметології, сам принцип дії – в тому щоб точно дозувати теплову енергію і доставити її туди, куди потрібно. Наприклад, під шкіру, для боротьби з надмірною підшкірним жиром або з целюлітом. Лазерний світло доставляється під шкіру через прокол в 1 мм з знеболенням області обробки за допомогою канюлі зі світловодом.

Застосування лазера в косметології – суто медична процедура, що вимагає від клініки спеціальної ліцензії. Лазер – це небезпечний інструмент, який може пошкодити зір, тому всім пацієнтам одягають окуляри, лікар теж захищає свої очі [2]. Принцип його дії. Чи безпечний він для здоров'я людини? Постараємось відповісти на всі ці питання максимально просто і доступно, на прикладі діодного лазера для епіляції **lightsheer Duet** від компанії **Lumenis**.

Сама назва лазер походить від англомовної аббревіатури Laser (**Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation**) – посилення світла вимушеним випромінюванням. Лазер – це пристрій, який створює потужний промінь світла з певними характеристиками: монохромний та когерентний.

На цьому етапі пригадаємо, що таке світло. Світло це електромагнітна хвиля, яка з величезною швидкістю поширюється в просторі (в вакуумі 300000 км/с). Світло має дві складові: електричну і хвилову, зміна яких завжди періодично, описується синусоїдою. Частота цих коливань називається частотою світла. Самі числові значення частот світла дуже великі, тому, для зручності застосовується поняття - довжина хвилі в нанометрах (нм). Кожен світло або його переважання в певному потоці має свою довжину хвилі. Так, наприклад, всім нам знайомі кольори веселки від червоного до фіолетового - це видимий спектр світла, кожен колір має свою довжину хвилі. Фіолетовий 400 нм, червоний 700 нм, діапазон видимого спектру від 400 нм до 700 нм. Відповідно діапазон хвиль нижче 400 нм-ультрафіолетове світло, а вище 700 нм – інфрачервоний.

Фахівцеві з лазерної епіляції важливо знати вищевказану інформацію, оскільки, апарат для лазерної епіляції **Light Sheer Duet** має довжину хвилі 800 нм. Це означає наступне: 800 нм – довжина хвилі, що відповідає інфрачервоному діапазону світла з глибиною впливу (2...3) мм. Існує закономірність: чим більше довжина хвилі, тим глибше його вплив. Саме довжина хвилі 800 нм дозволяє видалити волосся на необхідній глибині: (2...3) мм і досягати більш яскравого ефекту на тривалий час (рис.1.)

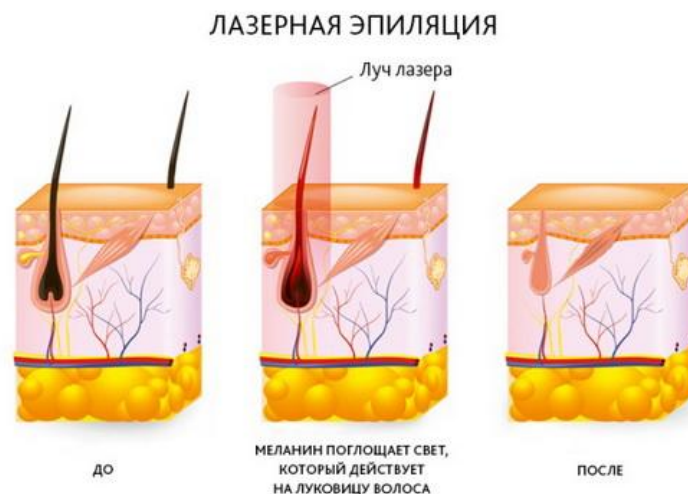


Рис.1. Видалення волосся лазером.

Лазер видаляє волосся за принципом селективного фототермоліза. Нагрівання і руйнування мішеней (хромофоров) в шкірі і тканинах організму людини. Хромофори це структури тканин організму, здатні поглинати світло певної довжини. Ендогенними хромофорами нашого організму є: меланін, гемоглобін, вода і колаген. Меланін міститься в шкірі і волоссяних фолікулах, його основна функція захист від ультрафіолету, максимум поглинання його лежить в ультрафіолетовому (менше 400 нм) і у видимому світлі (400...700) нм. Гемоглобін поглинає світло в області довгохвильового спектра ультрафіолету (320...400)

нм, синіх (430...470) нм, зелених (500...560) нм, жовтих (560...590) нм хвиль. Колаген максимально поглинає світло в області видимого світла (400 700 нм) і ближнього інфрачервоного (700...950) нм.

З огляду на дані характеристики, вчені дослідним шляхом довели, що в діапазоні (650...1200) нм настає «оптична прозорість біологічних тканин» при якій, лазерне випромінювання практично не розсіюється і поглинається переважно меланіном, останній у великій кількості міститься в цибулині волоса, особливо, в зоні папілярного сосочка (росткової зони фолікула волоса). Лазерне випромінювання впливає на меланін волоссяного фолікула, нагріваючи його до певної температури, з метою руйнування паросткової зони, внаслідок чого, волосся випадає, а цибулина перестає функціонувати тривалий час.

Тому, діодний лазер Light Sheer Duet для лазерної епіляції з довжиною хвилі 800 нм видаляє добре пігментовані волосся (різні відтінки чорного, коричневого, руського), при цьому білі, сиві, пушкове волосся не видаляються. Меланін також міститься в шкірі людини, особливо після засмаги, шкіра набуває відтінки коричневого кольору завдяки синтезу меланіну меланоцитами шкіри, що є протипоказанням для лазерної епіляції через ризик можливих опіків. Також меланін міститься в шкірі у смаглявих людей (4 – 5 фототипи шкіри (рис. 2.) по Фітцпатріку, іспанська, африканський, негроїдний тип шкіри) – що не є протипоказанням для лазерної епіляції на даному апараті, оскільки, природний меланін шкіри є більш стабільним і певні параметри лазера дозволяють проводити ефективно і безпечно лазерну епіляцію [3].



Рис.2. Фототипи шкіри

Висновок. В процесі процедури світлова енергія лазерного променю вбирає волоссяний пігмент – меланін. Нагрітий меланін знищує зону росту волосся разом із волоссяною цибулиною і судинами, що живлять її, після чого волосся випадає. Тривалість процедури – від 20 хвилин до півтори години в залежності від ділянки тіла, з якої видаляється волосся (менше часу йде на верхню губу, більше – на зону бікіні).

Кількість та періодичність процедур призначає фахівець після індивідуальної консультації, на якій за допомогою спеціального тестування визначається тип шкіри і волосся, гормональні особливості пацієнта та ділянки тіла, що буде оброблюватися. Залежно від результатів тестування визначається найкращий режим роботи епіляційного апарату в кожному індивідуальному випадку.

Враховуючи те, що в шкірі людини закладені резерви волоссяних цибулин в стані спокою (близько 60...70%), готові за кілька тижнів або місяців активізуватися, процедуру епіляції необхідно повторити кілька разів. Лазерна енергія підібрана таким чином, що досягає лише тих рівнів шкіри, де знаходяться волоссяні цибулини, і не проникає далі, тобто підшкірна клітковина і розташовані нижче тканини не піддаються впливу імпульсів. Тому для повного позбавлення від небажаного волосся потрібно пройти повний курс лазерної

епіляції, який складає в середньому 5...10 процедур залежно від індивідуальних особливостей пацієнта.

Оскільки промінь лазера для епіляції проникає у шкіру не глибше, ніж на (3...4) мм, то на судини та внутрішні органи він вплинути не може. Крім цього, технологія лазерної епіляції не порушує цілісність шкіри, а отже не може стати причиною появи рубців чи вросання волосся. Єдине, що потрібно захищати від впливу лазера в кабінеті епіляції, – це очі [4].

Список літератури

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://verona96.ru/index/o-nas/blog/istoriya-razvitiya-lazernoj-epilyaczii-i-osobennosti-proceduryi.html>
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.1nep.ru/cosmetology/articles/12447/>
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cosmetolog.vn.ua/lazernaya-epilyacziya-prosto-o-slozhnom/>
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bogomoletsclinic.com.ua/ua/services/lazernaya-epilyacziya>

СТЕРЕОТАКСИЧЕСКАЯ РАДИОХИРУРГИЯ

Дудзинский Юрий Михайлович

д.ф.-м. н., профессор

Мосейкина София Александровна

студентка гр. ЛСБМ-191

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

sofiyascorpio02@gmail.com

Аннотация: Стереотаксическая радиохирургия является бескровным точным лучевым методом лечения патологических очагов головного и спинного мозга: начальных или вторичных. Лечение происходит с помощью Гамма-ножа и его более современного аналога Кибер-ножа. Такие технологии значительно облегчают лечение и послеоперационную реабилитацию.

Ключевые слова: радиохирургия, облучение, метастазы, кибер-нож, гамма-нож, патология.

Стереотаксическое облучение – это медицинская процедура, которая позволяет производить не инвазивное лечение доброкачественных и злокачественных опухолей, артериовенозных мальформаций и других патологических очагов, с целью их уничтожения или приостановки их функционирования с помощью целевого ионизирующего излучения. Основные преимущества радиохирургии: процедура производится бескровно (без разреза), с помощью целевого пучка ионизирующих лучей. Они фокусируются только на целевых клетках и нейтрализуют их благодаря выделению большой энергии в локальном объеме. При этом прилегающие ткани почти не повреждаются. Это позволяет «удалить» такие патологии, которые невозможно лечить с помощью обычной хирургии, из-за труднодоступного расположения и других причин (например опухоли гипофиза, метастазы костей и позвоночника).

Однократное применение данного метода называется стереотаксическая радиохирургия. Курс лечения, состоящий из нескольких процедур облучения, называют фракционной стереотаксической радиотерапией.

Механизм действия данных средств не отличается от других типов облучения. Ионизирующее излучение не удаляет опухоль, а способствует необратимому повреждению молекул ДНК и нарушению структуры злокачественных клеток, что приводит к их гибели или подавляет возможность деления. После того, как при помощи томографической визуализации определяется точное месторасположение опухоли, аппарат стереотаксического облучения воздействуют на опухоль, направляя лучи из множества точек под разным углом. Незначительная мощность отдельно взятого луча не приводит к повреждению здоровой ткани, однако высокая концентрация энергии в области фокусировки, то есть непосредственно в злокачественном новообразовании, способствует разрушению раковых клеток. Терапевтический эффект при первичных или метастатических процессах наступает в течение нескольких месяцев. Методика стереотаксической радиотерапии особо эффективна при небольших новообразованиях до 3.5 см в диаметре.

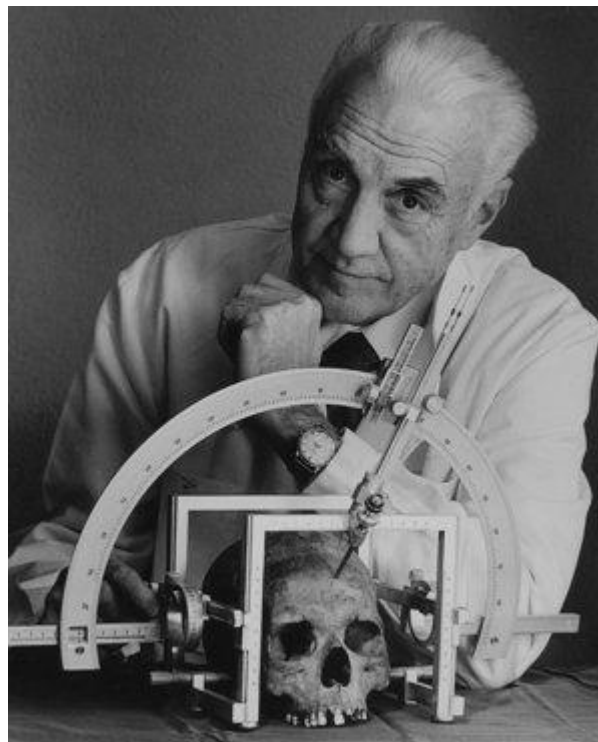


Рис.1. Ларс Лекселл.

Основоположником радиохирургии считается шведский нейрохирург Ларс Лекселл (рис. 1). Его идеи воплотились в гамма-ноже – специальной установке для лечения метастазов и патологий головного мозга. Первую радиохирургическую операции провели еще в 1960 году. Джон Адлер – ученик Ларса Лекселла создал кибер-нож (1992 г.). В настоящее время сфокусированное излучение высокой интенсивности кибер-ножа успешно нейтрализует новообразования в биологических тканях.

С тех пор появились многочисленные технологические разработки, но принцип остается тем же – высокая интенсивность сфокусированного излучения противодействует развитию опухоли. Лучевая терапия, как правило, проводится сеансами или фракциями по плану. Для большинства пациентов, с начальной опухолью, речь идет об одноразовом облучении и высокой дозе. Когда используется стереотаксическая хирургия для лечения

вторичной, после операции для удаления оставшихся патологических очагов или в качестве первичного лечения, если область поражения не операбельна, то доза и время облучения сокращается за счет целенаправленной фокусировки пучка лучей.

Лечение может быть однократным облучением высокой дозы высокочастотного облучения или многократным. Все зависит от области поражения, типа, местоположения и гистологии поражения.

Процесс радиооблучения. Процедура проходит следующим образом: на голове пациента устанавливается стереотаксическая рамка, делается магнитно-резонансная томография (МРТ) или многодетекторная (многослойная) компьютерная томография с контрастным веществом. Анализируя данные сосканированных объемных изображений, врач-радиолог определяет трехмерные координаты точной локализации опухоли, ее границы, безопасную траекторию достижения цели и дозы облучения (одним или несколькими сеансами). Способ фокусировки лучей на пораженный очаг, источник излучения и распределение дозы излучения строго индивидуальны. После тщательного анализа данных составляется точный план облучения. Назначается дата проведения сеанса облучения. В большинстве случаев короткий курс лечения заканчивается в этот же день, если есть необходимость, повторяют облучение. Сеанс длится от 10 минут до 1 часа.

Стереотаксическая радиохирургия успешно применяется для лечения небольших по размеру опухолей головного и спинного мозга и метастазов под местной анестезией. Такое малоинвазивное хирургическое и малотравматичное вмешательство проходит почти без осложнений.

Совсем недавно начали успешно использовать целенаправленное фокусирование излучения на опухоль методами стереотаксической радиочастотной электрохирургии для лечения невралгии тройничного нерва. Стереотаксическое облучение успешно применяется при рецидивах опухолей. Это хирургическое вмешательство прекращает рост опухолей и метастазов в головной мозг. Успешно лечит невриномы слухового нерва, менингиомы, каверномы, аденомы гипофиза и др.

Лечение метастазов. В последние годы стереотаксическое радиохирургическое вмешательство стало наиболее распространенным методом лечения метастазов, проникающих в головной мозг.

Частота появления метастазов в головном мозге взрослых больных раком очень высока. Это одно из наиболее распространенных неврологических осложнений, связанных с системными заболеваниями. В самом деле, частота появления метастазов в головном мозге в 5...10 раз выше, чем появление первичных опухолей. Объяснение простое. Сегодня, благодаря передовым методам лечения выживаемость онкологических больных с первичной опухолью, высока. Они относятся к группе риска по возникновению рецидивов и метастазов.

Основной целью лечения является контроль скорости распространения метастазов, путем их уничтожения или сокращения, не повреждая здоровые ткани мозга.

Если метастазы находятся в труднодоступных местах (в таламусе головного мозга и стволе спинного мозга), на помощь приходят стереотаксические аппараты и системы навигации: Гамма-нож, кибер-нож, нано-нож, икс-нож, специальные эндоскопы и инструменты со встроенными сенсорами, линейные ускорители и др. Они позволяют эффективно проводить сложнейшие операции. Особенно важную роль в лечении метастазов играет точная диагностика и визуальное наблюдение за реакцией пораженных тканей при лечении. Проводятся радиоизотопные (радионуклидные) и другие исследования.

Долгосрочные исследования, проведенные в США [1], показывают, что скорость системного рецидива заболевания у людей, которые получили вначале лечение малоинвазивным методом стереотаксической радиочастотной электрохирургии, была в три раза выше (**46%** против **10%**), чем у пациентов, получавших этот метод после операции и вторичной локализации. Таким образом, подтверждается, что стереотаксическая

радиочастотная электрохирургия лечит метастатические (вторичные) опухоли мозга, улучшает контроль за развитием болезни и увеличивает процент выживаемости онкологических больных.

Доброкачественные опухоли (менингиома, папиллома, аденома и др.) в зависимости от локализации ликвидируются в **93%** случаях [1]. Лечение злокачественных опухолей тоже может сокращаться. Сокращение скорости лечения зависит от типа опухоли.

Еще одним видом доброкачественной опухоли является акустическая шваннома – невринома слухового нерва, который успешно лечится методами стереотаксической радиочастотной электрохирургии. Эффективность достигает **95%**, особенно при первичной локализации. При этом **(70...90)%** больных сохраняют способность слышать [1].

Лечение мальформаций. Артериовенозная мальформация (АВМ) – заболевание сосудов непонятной этиологии (врожденный порок или аномалия), когда сплетаются сонная артерия с венами головного мозга. Артериовенозные мальформации бывают мелкими (до 3 см) и большими (до 6.5 см). Патологические изменения сосудов часто приводят к нарушению мозгового кровообращения и внезапному кровоизлиянию. Характерные признаки: сдавливающие или пульсирующие головные боли, судороги, черепно-мозговые кровоизлияния, разрывы сосудов и др.

Для диагностики используют церебральную ангиографию, компьютерную и многослойную объемную компьютерную томографию с применением контрастного вещества. Лечение артериовенозных мальформаций методами стереотаксической радиочастотной электрохирургии практически не повреждает здоровые ткани головного мозга. Эффективность составляет **95 %**.

Лечение невралгии тройничного нерва. Когда невыносимая острая боль сокращает мимические мышцы лица и приступы повторяются с различной интенсивностью долгое время, специалисту ясно, что боль вызвана невралгией тройничного нерва. Медикаментозное лечение часто является малоэффективным, и хирургическое вмешательство рассматривается только в случаях невыносимой боли. Для лечения невралгии тройничного нерва результативно используются современные стереотаксические системы: гамма-нож, стимуляция электродами и др. Неинвазивные операции помогают в короткие сроки избавиться от боли. Операции проходят под местной анестезией. Это сокращает сроки реабилитационного периода пациентов. Боль полностью исчезает в **(65...77)%** случаях.

После лечения пациенты быстро восстанавливают временно утерянную чувствительность. Наблюдается всего **10%** побочных явлений, например, таких как временная потеря чувствительности.

Лечение спинальных опухолей. Появление спинальных эпидуральных (костных) метастазов является довольно распространенным явлением. Около 40% метастазов происходит в позвоночнике. Наблюдается у 10% пациентов с онкологическими заболеваниями. В этих случаях стереотаксическая радиочастотная электрохирургия может обеспечить больным способность двигаться и сохранить стабильность позвоночника.

Причинами спинальных опухолей спинного мозга могут быть злокачественные или доброкачественные новообразования. Первичные опухоли легких, молочной железы, простаты, почек, саркомы, лимфомы, щитовидной железы, меланомы и др. могут давать метастазирование в позвоночник. Если опухоль расположена в шейном отделе позвоночника, то страдают конечности. Чем раньше выявляются симптомы поражения нервных центров (потеря чувствительности, постоянная боль в спине и конечностях), тем выше шанс предотвращения паралича рук и ног. Магнитно-резонансная томография (МРТ) и многослойная компьютерная томография (МСКТ) являются самыми эффективными методами диагностики спинальных опухолей.

Долгосрочные исследования и клинические наблюдения с 90-х годов указывают на возможность безопасного лечения опухолей спинного мозга использованием методов

стереотаксической радиочастотной электрохирургии. Эндоскопические методы помогают приостанавливать рост опухолей и эффективно контролировать сдавливание позвонков.

Микрохирургическое лечение спинальных опухолей проводится в несколько этапов. Вначале проводится курс интенсивного консервативного лечения. Затем, проводится эндоскопическая операция с использованием специальных фиксирующих систем, для поддержания позвоночника. Через прокол кожи вводятся специальные расширители, создающие пространства между позвонками позвоночника. Операция проводится под местной анестезией или под общим наркозом (по показаниям). При необходимости в центре выполняется дополнительные методы лечения.

Гамма-нож. Лечение с помощью гамма-ножа не требует стрижки или бритья волос. Ключевым компонентом радиохирургии с использованием гамма-ножа является применение стереотаксической рамы. Представляет собой легкий каркас, который фиксируется на голове четырьмя винтами. Рама гарантирует точность подведения дозы облучения к опухоли, а также препятствует движению головы во время процедур визуализации и лечения. При проведении процедуры фиксации рамы винтами применяется местная анестезия.



Рис.2 Стереотаксическая рама.

Следующим шагом после установки стереотаксической рамы, является получение серии изображений на МРТ, иногда (дополнительно) компьютерном томографе (КТ), в некоторых случаях требуется проведение процедуры ангиографии. Данные исследования необходимы для определения точного размера, формы и положения опухоли. Во время получения серии диагностических изображений на стереотаксическую рамку помещается специальный координатный блок для определения контрольных точек, с целью создания плана лечения в специальной компьютерной программе. После КТ и МРТ процедур координатный блок снимается с рамы (рис 2).

Как только снимки будут сделаны, пациент может отдохнуть. В это время лечащий врач совместно со специалистом по биомедицинской инженерии разработают индивидуальный лечебный план для пациента. Создание плана проходит в специальной компьютерной программе, в которой можно оценить дозовое распределение в объеме головного мозга, а также дозовые нагрузки на окружающие ткани.

Как только план лечения будет готов, можно начинать лечение. Пациент укладывается на специальную кушетку, к которой будет прикреплена стереотаксическая рама. После начала лечения, кушетка будет перемещаться в куполообразную секцию устройства. Во время процедуры пациент бодрствует и может общаться с оператором гамма-ножа по аудио каналу (связи). Лечение бесшумное и безболезненное. Во время лечения возможно прослушивание музыки. Все время лечения пациент находится под постоянным

видео- и аудио-контролем. Лечение может продлиться от нескольких минут до часа и более, в зависимости от объема поражения, а также размера и формы каждой мишени.

Как только лечение будет завершено, врач снимет стереотаксическую раму с головы. У некоторых пациентов на местах крепления рамы могут наблюдаться небольшие отеки мягких тканей. Также возможна незначительная головная боль. Лечащий врач сообщит, нужно ли пациенту оставаться на ночь для наблюдения или он сразу можете пойти домой. В любом случае можно вернуться к обычным делам через день, два.

Эффект от лечения появится со временем. Воздействие радиации на опухоль вызывает прекращение ее дальнейшего роста, а это означает, что эффект будет замечен в течение нескольких недель или месяцев. Для контроля эффективности лечения, с целью оценки его результатов через определенное время (в зависимости от вида патологии), потребуется проведение таких исследований как МРТ, КТ или ангиография.



Рис 3. Комплекс оборудования Кибер-Нож.

Кибер-нож. Кибернож – радиохирургическая система, предназначенная для лечения доброкачественных и злокачественных опухолей и других заболеваний. Разработана в 1992 году профессором нейрохирургии и радиационной онкологии Стенфордского университета (США) Джоном Адлером и Питером и Расселом Шонбергами из *Schonberg Research Corporation*. Комплекс оборудования представлен на рис. 3.

Метод воздействия системы основан на лучевой терапии с целью более точного воздействия, чем при обычной лучевой терапии. Два основных элемента системы: небольшой линейный ускоритель, создающий излучение, и роботехническое устройство, позволяющее направлять энергию на любую часть тела с любого направления.

Источник излучения установлен на промышленном многоцелевом роботе. На оригинальной установке CyberKnife использовался японский робот производства компании FANUC, на более современных системах используется робот производства немецкой компании KUKA KR 240. На роботе установлен портативный линейный ускоритель с полосой излучения в рентгеновском диапазоне, который может облучать объект с показателем **600 cGy** в минуту. Американское общество лучевой онкологии (ASTRO) объявило о появлении модели с показателем излучения в **800 cGy** в минуту [3]. Излучение коллимируется посредством вольфрамовых коллиматоров (также называемых конусами),

создающих круговые поля излучения. В настоящее время применяются поля излучения шириной в (5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 50; 60) мм. Прибор ASTRO 2007 также применяется коллиматор с изменяемой апертурой IRIS, в котором используется два набора из шести призматических вольфрамовых сегментов для формирования размытого устойчивого поля в виде двенадцатиугольника. Это снимает необходимость настройки для фиксации коллиматоров. Монтаж источника излучения на роботе позволяет получить почти полную свободу в положении источника в пространстве близ пациента и моментальное перемещение источника, что позволяет облучать с самых различных направлений без необходимости перемещения как пациента, так и источника.

Кибер-нож и гамма-нож: отличия, преимущества и недостатки систем. Кибер-кож и гамма-нож считаются двумя эффективными системами, с помощью которых без разрезов лечат пациентов со злокачественными и доброкачественными внутричерепными опухолями. Однако различия между ними для пациента могут быть весьма чувствительны – в прямом смысле слова (табл. 1).

Гамма-нож не умеет «стрелять» по движущимся мишеням: во время сеанса голова пациента зафиксирована в жесткой металлической раме специальными винтами. Во время фиксации винт может повредить кровеносный сосуд и у пациента откроется кровотечение. Сам процесс «завинчивания» в череп проводится под местной анестезией, которая может вызвать у некоторых пациентов аллергические реакции. А после сеанса, когда действие препаратов заканчивается, многие пациенты испытывают тяжелую головную боль. В случае кибер-ножа эти риски исключены.

Таблица 1.

Отличия Гамма- и Кибер-ножа

Характеристика	Гамма-нож	Кибер-нож
Вид излучения	Гамма-излучение	Фотонное излучение
Область применения	Только для внутричерепных мишеней	Для мишеней любых локализаций (голова и тело)
Система фиксации пациента	Краниальная металлическая рама	Термопластическая маска, вакуумный «матрас»
Необходимость анестезии	Местная анестезия для фиксации краниальной фиксирующей рамы	Анестезии не требуется, все этапы подготовки и лечения безболезненны. В случае необходимости имплантации золотых маркеров для облучения, например, печени и предстательной железы – местная анестезия.

Возможность фракционного облучения	Только одна фракция	Любое количество фракций
Точность облучения	Субмиллиметровая	
Размер облучаемого очага	До (3...4) см	До (3...6) см

Вывод. Технологии бескровного лечения, с помощью облучения, несомненно являются прогрессивным методом борьбы с прогрессирующими метастазами. Но не стоит упускать тот факт, что такая процедура не может охватить весь спектр раковых заболеваний. На данный момент Гамма-нож и его аналоги отлично справляются с очагами заболевания головного и спинного мозга, но их успешность зависит от стадии заболевания. К сожалению, даже такое прогрессивное оборудование не сможет справиться с заболеванием на последних стадиях развития.

Список литературы

1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: Aoyama H, Tago M, Kato N, et al. Neurocognitive function of patients with brain metastasis who received either whole brain radiotherapy plus stereotactic radiosurgery or radiosurgery alone // Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys. – 2007, V. 68. – P. 1388–1395.
2. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pet-net.ru/pacientu/stati/kiber-nozh-i-gamma-nozh-otlichiya-preimushchestva-i-nedostatki-sistem.html>
3. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B6>

СЕКЦІЯ 3: ФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ, ЯКІ СПРИЯЮТЬ СТВОРЕННЮ ПРОЕКТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ

НАВЧАЛЬНІ ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ У МЕДИЦИНІ

Дудзінський Юрій Михайлович

д.ф.-м.н., професор

Буковська Марія Ігорівна

студентка гр. СБМ-201

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

bukovskamaria841@gmail.com

Анотація. Актуальність теми дослідження обоснована тим, що експертні системи є одним з найпоширеніших типів систем штучного інтелекту. Вони розроблялися як науково-дослідні інструментальні засоби з 1960-х років і розглядалися як штучний інтелект спеціального типу, призначеного для успішного вирішення складних задач у вузькій предметній галузі, такий як медична діагностика захворювань. Оскільки одними з перших експертних систем, які мають попит і зараз, є медичні, то основною метою даної роботи є визначення перспектив їх роботи і подальшого розвитку.

Мета дослідження передбачає розгляд наступних питань [1–4]:

- аналіз поняття "Експертна система";
- приклади медичних діагностичних експертних систем, їх класифікація;
- приклади застосування експертних систем в медицині;
- вимоги сучасного підходу до оцінки стану здоров'я людини;
- проведення певних розрахунків як приклад роботи деяких ЕС.

Ключові слова: СППР – система підтримки прийняття рішень, ЕС – експертна система.

Експертна система. ЕС – це система штучного інтелекту, що використовує накопичені знання для забезпечення високоефективного рішення задач у вузькій професійній області. Експертні системи відносяться до систем підтримки прийняття рішень (СППР), заснованих на знаннях.

Класифікація ЕС і використання їх у медицині. ЕС стеження за станом післяопераційних хворих. Система VM призначена для стеження за станом післяопераційних хворих, яким необхідний апарат штучного дихання. Система визначає тип апарата штучного дихання і режими його роботи у залежності від розвитку захворювання та реакції організму на терапевтичні дії та реалізує роботу з даними, то змінюються в часі (динамічна система). Представлення системи про час обмежені тільки поточним і попереднім станами [5–8].

Знання в системі представлені у вигляді таких типів правил: переходу, ініціалізації, стану та лікування. Система постійно отримує нові покази приладів і запускає в дію всі свої правила.

Правила переходу визначають моменти зміни стану хворого, коли необхідно змінити порядок стеження за ним. Моменти зміни стану визначаються за виходом показників за заздалегідь установлені межі. За допомогою правил ініціалізації встановлюється новий контекст, тобто нові значення, які очікуються. Після встановлення контексту правила стану визначають нову поведінку системи, поки контекст не зміниться. Незважаючи на те, що

покази приладів постійно змінюються, система виконує зміну контексту тільки тоді, коли це буде достатньо обґрунтовано за правилами переходу. Правила лікування визначають потрібні режими роботи апарату штучного дихання.

ЕС аналізу причин гіпертонії. Система **МОДИС** [9] призначена для діагностики різних форм симптоматичної гіпертонії, може використовуватись як у поліклініках загального профілю, так і в спеціалізованих клініках. На основі інформації загального характеру ЕС повинна звузати коло можливих захворювань і вибрати з них найбільш імовірні.

Основні концепції праці. Основні концепції, з якими працює експерт у даній системі – це захворювання, їх форми і групи, симптоми, дані лабораторних досліджень тощо. Для їх опису використовуються знання трьох видів.

Знання в системі МОДИС зберігаються у вигляді правил [9]. Ліва частина правил (предикати) записується у формі, близькій до природомовної. Предикати в лівій частині правил можуть з'єднуватися логічними операціями диз'юнкції, кон'юнкції і заперечення.

Для запису правих частин правил використовуються процедури.

Експертна система визначення терміну нанесення ушкоджень у судово-медичній діагностиці, інакше експертна система для спектрофотометричної діагностики біотканин у судово-медичній експертизі. Перевага такого підходу до визначення терміну нанесення тілесних ушкоджень полягає в тому, що не використовуються руйнуючі (інвазивні) методи та суб'єктивні оцінки характеристик. На основі даних спектрофотометричної комп'ютерної системи проводиться діагностика прижиттєвості нанесених травм у трупів та термін їх нанесення до смерті.

Існує **дві версії** цієї системи: **СНЕД-1** і **СЕНОД+** (модифікована версія СНЕД-1), що базуються на логічних висновках.

У процесі логічного встановлення діагнозу системою беруться до уваги певні **фактори та їх показники**, такі, як колір синця, термін нанесення тощо.

Задача судмедекспертної діагностики ЕС полягає в тому, щоб множині значень вимірних показників $x_1...x_3$ та $y_1...y_3$ знайти відповідність діагнозу посмертного чи прижиттєвого нанесення травми $a_1...a_3$, і у випадку останнього визначити точний термін його нанесення $b_1...b_3$. Для оцінки лінгвістичних змінних $x_1...x_3$ вводиться система якісних термів, яка складається з чотирьох рівнів. Оскільки закон розподілу розглянутих випадкових величин наближається до нормального, то якісні терми для x_1-x_3 будуть такі (Pq розподіляються на шкалі, яка має 8 значень). Така шкала показана на рис. 1. Замість формування матриці правил до таблиць заносяться введені нечіткі якісні терми. Для виведення діагнозу ЕС достатньо розв'язати такі рівняння [10]:

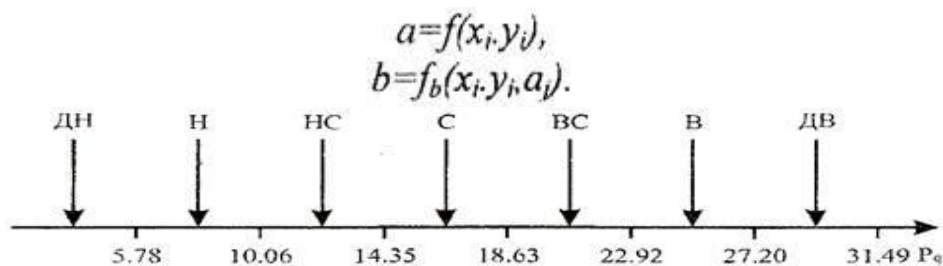


Рис. 1. Шкала якісних нечітких термів для логічних змінних $x_1 \dots x_3$ (діапазони показника Pq)

Для формування функції належності формалізовані знання для лінгвістичних змінних x_i та y_i – записуються в спеціальні, окремі таблиці. На основі цих таблиць визначають функції належності. Наведені формули переписуються з урахуванням **факторів та їх показників**, що наводилися раніше. Аналогічно формуються рівняння для

$$\mu^{ul}(x_i, y_i) - \mu^{ab}(x_i, y_i).$$

Для формування функцій належності з використанням наведених логічних рівнянь необхідно визначити множину функцій належності нечітких термів:

$$\mu^{DH}(u), \mu^H(u), \mu^{HC}(u), \mu^C(u), \mu^{BC}(u), \mu^B(u), \mu^{DB}(u).$$

Один із можливих варіантів показаний на рис. 2

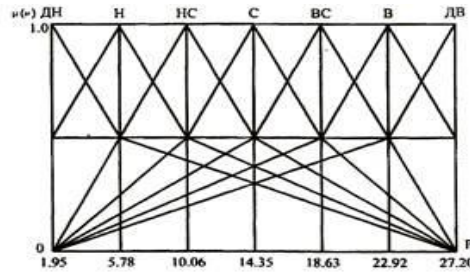


Рис. 2. Функції належності нечітких термів

Запис функцій належності в аналітичному вигляді для семи розглянутих раніше діагнозів буде мати такий вигляд [10]:

$$\begin{aligned} \mu^{DH}(u) &= \begin{cases} 1 - 0.5u, u \in [0;1] \\ \frac{6-u}{10}, u \in [1;6] \end{cases}; & \mu^H(u) &= \begin{cases} 0.5 + 0.5u, u \in [0;1] \\ 1.5 - 0.5u, u \in [1;2] \\ 1 - 0.666u, u \in [2;6] \end{cases} \\ \mu^{HC}(u) &= \begin{cases} 0.5u, u \in [0;2] \\ 2 - 0.5u, u \in [2;3] \\ \frac{6-u}{1.5}, u \in [3;6] \end{cases}; & \mu^{HC}(u) &= \begin{cases} 0.25u, u \in [0;2] \\ 0.5u - 0.5, u \in [2;3] \\ 2.5 - 0.5u, u \in [3;4] \\ \frac{6-u}{4}, u \in [4;6] \end{cases} \\ \mu^{BC}(u) &= \begin{cases} \frac{1}{6}u, u \in [0;3] \\ 0.5u - 1, u \in [3;4] \\ 3 - 0.5u, u \in [4;6] \end{cases}; & \mu^B(u) &= \begin{cases} \frac{1}{8}u, u \in [4;6] \\ 0.5u - 1.5u, u \in [4;5] \\ 3.5 - 0.5u, u \in [5;6] \end{cases} \\ \mu^{DB}(u) &= \begin{cases} \frac{1}{10}u, u \in [0;5] \\ 0.5u - 2, u \in [5;6] \end{cases} \end{aligned}$$

Експертна система іридіагностики. Метод іридіагностики, оснований на сигнальній функції екстерорецепторів райдужної оболонки ока, є одним із найбільш інформативних і достовірних методів раннього виявлення генетичних і патологічних порушень в організмі [11]. Цей метод характеризується відсутністю будь-яких протипоказань (за винятком епілепсії, як відносного протипоказання у зв'язку з провокуючою приступ дією світла), повною безпекою і нетравматичністю.

На основі поєднання різних іридознаків на райдужній оболонці іридолог діагностує місцезнаходження патологічного процесу і певною мірою його характер.

Клієнт-серверна експертна система для телемедицини. Термін "телемедицина" означає застосування телекомунікаційних та інформаційних технологій у медицині для проведення лікувальних заходів на відстані.

Експертна система "Лазерна рефлексотерапія", реалізована на персональному комп'ютері і призначена для автоматизації синтезу рецептур за методиками лазерної-рефлексотерапії. В основу програми покладені алгоритми, які фахівці застосовують під час складання реальних рецептур лазерної рефлексотерапії.

Вхідною інформацією для експертної системи є діагностичний висновок, який формулюється лікарем на основі даних клінічних та інструментальних досліджень і включає певні данні.

Результатом роботи експертної системи є рекомендації стосовно схеми курсу лазерної рефлексотерапії для даного пацієнта. Схема містить перелік і кількість акупунктурних точок, а також питомі дози лазерного випромінювання для кожної процедури.

Експертна система експрес-діагностики станів у випадку пороків серця. У цій системі модель знань представлена у вигляді графа окремих симптомів, симптомокомплексів і станів, що належать до одного класу захворювань.

Експертна система прогнозування настання вираженої серцевої слабкості в післяопераційному періоді у пацієнтів із захворюваннями мітрального клапана. У цьому випадку модель представлення знань експертної системи може базуватися на методі групового врахування аргументів. Ця технологія була використана в процесі розроблення названої експертної системи. Цей метод дозволив одержати апроксимуюче рівняння, яке дає можливість визначати ступінь наближення початкового стану хворого до двох дискретних рівнів, що зумовлюють можливість або неможливість виникнення гострої серцевої слабкості з точністю не менше 70 %.

Поліалгоритмічні експертні медичні системи є прикладом нового класу інтелектуальних інформаційних технологій. Традиційні інформаційні технології, що використовуються в експертних системах, моделюють певні функції інтелекту людини. Інтелектуальні інформаційні технології поліалгоритмічних експертних систем покликані моделювати складний процес мислення лікаря. Це залежить від типу його інтелекту. Вони надають лікарю можливість аналізувати ситуацію не тільки на основі своїх знань і власного алгоритму мислення, але й ознайомитись із аналізом аналогічної ситуації лікарями з різними типами інтелекту (віртуальний консилиум). Для створення поліалгоритмічних експертних систем доцільно використовувати фахівців з різними типами інтелекту.

Інформаційно-діагностична система спадкових захворювань у дітей. "ДИАГЕН", призначена для попередньої діагностики спадкових захворювань за клінічною симптоматикою і результатами найпростіших лабораторних і функціональних досліджень. Її використання значно звужує коло діагнозів, уточнення яких вимагає дорогих лабораторних досліджень: "ДИАГЕН" пропонує лікарю-генетику вузький диференційний ряд.

База знань системи містить повний структурований опис клінічної картини 1200 моногенних і хромосомних хвороб і синдромів, включаючи специфічні зміни, які виявляються функціональними, біохімічними, морфологічними та цитогенетичними дослідженнями, містить також бібліографічні посилання стосовно кожного синдрому в кінці дозволяє здійснювати архівування даних діагностованих хворих.

Система "ДИАГЕН" має такі основні режими роботи: діагностування; перегляд бази знань; робота з архівом. Задача діагностування є основною в системі і включає такі функції: введення даних про дитину за допомогою функцій "введення анкетних даних" або "вибір даних з архіву); введення або коригування клінічних ознак; коректування ваги ознак; відбір діагнозів; перегляд відібраних діагнозів; додавання або заміна даних в архіві.

Експертна діагностична система "ВЕСТ-СИНДРОМ", призначена для дитячих лікарів-невропатологів і психоневрологів, а також для навчання студентів і слухачів факультетів (інститутів) підвищення кваліфікації, дозволяє проводити диференційну діагностику в декілька етапів. На попередньому етапі формуються диференційні ряди, які відповідають різним комбінаціям введених симптомів, що допомагає користувачу "відфільтрувати" основні діагнози від супроводжуючих. На наступному етапі видаються обґрунтовані рекомендації стосовно проведення додаткових досліджень". Система містить: класифікатор ознак; опис 36 нозологічних форм, що включають більше 200 клінічних і лабораторних ознак.

Експертна система діагностики невідкладних станів у дітей "ДИН", передбачає розпізнавання поточного стану дитини - синдрому або кількох синдромів. Робота з системою "ДИН" дозволяє: забезпечити діагностику 34 синдромів, що включають 84 невідкладні стани; прослідкувати за процесом постановки діагнозу; проводити консультацію як на долабораторному етапі обстеження, так і з використанням результатів лабораторних і фундаментальних методів дослідження; прогнозувати можливі ускладнення основного синдрому [12].

Комп'ютерна експертна система в оболонці ARROW для діагностики нефропатій, що протікають із синдромом гематурії у дітей.

З метою оптимізації діагностики нефропатій з синдромом гематурії розроблена комп'ютерна експертна система в оболонці ARROW, що ґрунтується на технології віртуальних статистик з елементами штучного інтелекту. База знань системи містить інформацію про **100 захворювань** із синдромом гематурії.

В експертній системі передбачена можливість збереження інформації про обстежених пацієнтів у картотеці. Система забезпечує додаткове введення даних про хворих після повторних консультацій лікаря та інших спеціалістів. Також функціонує довідникова система, що містить сучасні літературні дані з діагностики і терапії захворювань, що протікають із синдромом гематурії. Користуватись довідниковою системою можна, не виходячи з експертної системи і не припиняючи діагностичний процес.

Експертна система діагностики бронхіальної астми у дітей.

Експертна система **ЕБВАО** призначена для консультаційної допомоги лікарю в діагностиці бронхіальної астми у дітей. Експертна система ЕБВАО працює з користувачем у режимі діалогу і за допомогою розв'язувальних правил здатна визначити до якого захворювання або груп захворювань належить певний випадок, робить висновок про діагноз і пояснює своє рішення, визначає ступінь складності захворювання і дає рекомендації щодо лікування. База знань експертної системи містить дані про **13 захворювань**, з якими найчастіше доводиться диференціювати бронхіальну астму у дітей. Система створена на базі інструментального середовища.

Рання діагностика судинних захворювань мозку з використанням оболонки ЕС «Універсал», налаштованої на ранню діагностику таких захворювань і їх ускладнень з урахуванням існуючих верифікованих і досить ефективних методик. Одна з простих методик подібного роду полягає у використанні прогностичної карти, що містить усього 11 чинників ризику. Фрагмент цієї карти, створеної на основі методу експертних оцінок і призначеної для прогнозування виникнення мозкових інсультів, наведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Фрагмент карти для прогнозування виникнення мозкових інсультів

Ознаки	Значення ознак	Бали
1. Склероз судин мозку	помірне	2
	значне	3
2. Систолічний тиск	(151...160) мм рт.ст.	1
	вище 160 мм рт.ст.	3
3. Діастолічний тиск	100 мм рт.ст. і вище	3
4. Біль в області серця	Частіше ніж 1 раз на тиждень	1
5. Зміни судин очного дна	Значні (звуження артерій, їх звивистість тощо)	3

Таблиця 2

Фрагмент карти для прогнозування судинних захворювань мозку і гострих інфарктів у людей з нормальним артеріальним тиском

Ознаки	Значення ознак	Бали
1. Атеросклероз судин головного мозку	стадія 1	1
	стадія 2	2
	стадія 3	4
2. Зміни судин очного дна	У вигляді звуження і звивистості артерій, «Салюс I, II або III», симптоми «мідного дроту», «срібного дроту», антигіопатія сітківки	2
3. Порушення мозкового кровообігу, що минають	У вертебро-базиллярному басейні	2
	У каротидному басейні	3
4. Зміни серця за даними ЕКГ	Значні зміни	1
		3
5. Стенокардія	Почастішання або поява нападів стискаючих за грудиною болів	2

Інша методика використовується для прогнозування судинних захворювань мозку та гострих інфарктів у людей з нормальним артеріальним тиском. Числові значення ознак визначаються як значення оцінок умовної ймовірності $P(Y_j/X_i)$. Згодом ці значення були «зіпсовані» шляхом заміни їх цілочисельними значеннями - балами (фрагмент такої карти наведений у табл. 2; у цілому карта містить 19 ознак). Однак у випадку необхідності можна повернутися до оцінок умовної ймовірності $P(Y_j/X_i)$, тоді замість методу підсумовування балів можна використати метод зваженого голосування.

Експертна система для клінічної епілептіології, забезпечує: діагноз і оцінку ризику епілепсії; формулювання діагнозу з вказівкою форми епілепсії(або неепілептичного захворювання) і типу приступів, а також видачу індивідуальних рекомендацій щодо лікування, вибору та індивідуального дозування протиепілептичних препаратів; поточну комплексну оцінку складності захворювання і контроль оптимальної дози препаратів, часу і темпу відміни фармакотерапії після виліковування; архівування історій хвороби в комп'ютері; доступ до довідкових даних стосовно клініки і фармакотерапії з кожного пункту роботи з програмою.

Система MYCIN. Одна з перших діагностичних експертних систем MYCIN призначена для роботи в галузі діагностики і лікування зараження крові і медичних інфекцій. На підставі симптомів система видає декілька діагнозів із зазначенням відповідних коефіцієнтів визначеності і пропонує курс лікування виявленої інфекції. База знань MYCIN містить близько 500 правил, розроблених за допомогою групи з інфекційних захворювань Станфордського університету. На основі обчислених коефіцієнтів визначеності для кожного діагнозу користувачеві пред'являється список можливих результатів.

Система INTERNIST. Експертна система INTERNIST, яка розроблена в Піттсбургському університеті, діагностує декілька сотень різноманітних хвороб на рівні кваліфікованого лікаря. Складні діагнози внутрішніх захворювань, що виводяться системою, визначаються на підставі історії хвороби, симптомів і результатів лабораторних досліджень. Система спирається в своїх рішеннях на набір профілів захворювань (більше 500), що описуються більш, ніж 3500 проявами хвороби і які містять факти, що зустрічаються у зв'язку з кожним із захворювань. Перший варіант системи називається INTERNIST-I, другий – CADUCEUS.

Використання експертних систем для розпізнавання образів у медицині.

Задача розпізнавання образів. Задача розпізнавання образів полягає у визначенні, до якого класу об'єктів (образу) може бути віднесений об'єкт, що розпізнається. Під класом розуміється деяка підмножина об'єктів з близькими властивостями. У медицині задача розпізнавання образів близька до задачі діагностики.

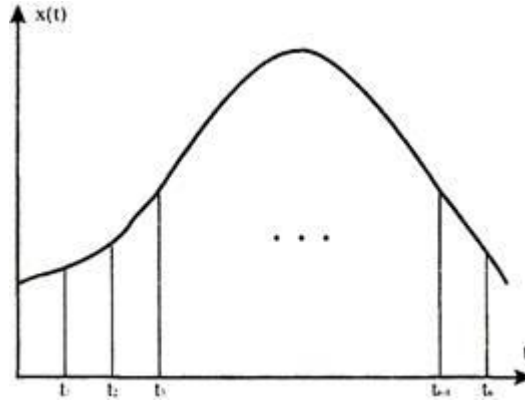


Рис. 3. Дискретизації кривої

Для того, щоб виконати розпізнавання, необхідно спочатку створити опис об'єкта, тобто виміряти деякі його характеристики. Найпростіший метод полягає у дискретизації ЕКГ, тобто у виборі значень $x(t_1), \dots, x(t_n)$ ординат кривої ЕКГ, виміряних у рівновіддалені моменти часу $t_1, \dots, t_n$ (рис. 3.). Крок дискретизації $\Delta t = t_i - t_{i-1}$ вибирається згідно з теоремою Котельникова.

Таким чином кожна крива ЕКГ виражається вектором в n -мірному просторі, а множина кривих утворює розподіл вектора X в n -мірному просторі (криві ЕКГ завжди відрізняються одна від одної, тому вектор X є випадковим). Наводиться простий двовимірний приклад двох розподілів, що відповідають нормальному і патологічному станам серця (рис. 4).

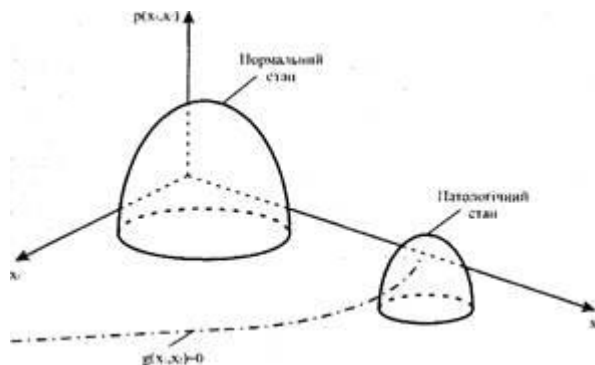


Рис. 4. Приклад розпізнавання нормального та патологічного станів

На рис. 5. показана структурна схема системи розпізнавання в n -мірному просторі. Потрібно відзначити, що в цьому випадку розглядається тільки розпізнавання образів у двох класах (нормальний стан та патологія), що суттєво спрощує задачу розпізнавання.

Щоб спроектувати систему розпізнавання, потрібно вивчити характеристики розподілу вектора ЛГ для кожного класу і визначити відповідну дискримінантну функцію. У результаті отримують новий вектор ознак $Y = \{y_1, \dots, y_k\}$, який є системою похідних ознак, по відношенню до вектора $X = \{x_1, \dots, x_n\}$ первинних ознак. Отже, задача розпізнавання образів складається з двох частин: вибір інформативних ознак та формування розв'язувального правила.

Класифікація систем розпізнавання [12], згідно з якою системи розпізнавання поділяються на: прості та складні системи; однорівневі та багаторівневі системи; системи без

навчання, системи, що навчаються і системи з самонавчанням; детерміновані, імовірнісні, логічні та структурні (лінгвістичні) системи; традиційні та перспективні (експертні) системи.

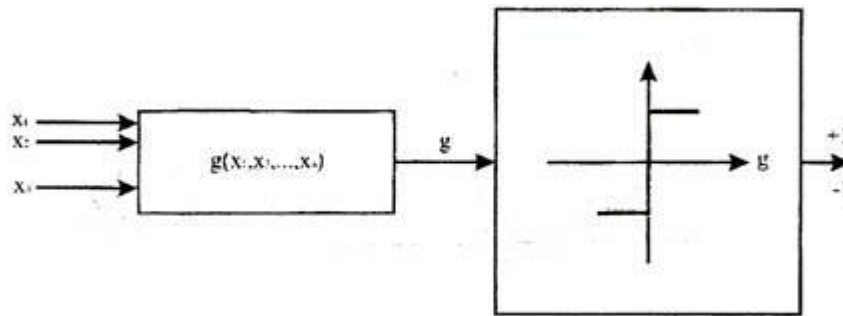


Рис. 5. Структурна схема системи розпізнавання образів

Висновки. Виходячи з проведеного огляду можна зробити наступні висновки. Використання навчальних експертних систем в медицині надає ряд переваг.

1. Можна покращити й зробити більш ефективним навчальний процес студентів в ЗВО медичних та ветеринарних профілей.
2. Можливо зменшити час навчання медичних працівників на різноманітних курсах підвищення кваліфікації.
3. Скорочується час і зменшується ймовірність похибок при діагностуванні та лікуванні хворих.

Список литературы

1. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
2. Джарратано Д., Райли Г. Экспертные системы: принципы разработки и программирование // 4-е издание.: Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс". – 2007. – 1152 с.
3. Джексон П. Введение в экспертные системы.: Пер. с англ.: Уч. пос. – М.: Издательский дом "Вильямс". – 2001. – 624 с.
4. Ин Ц., Соломон Д. Использование Турбо-Пролога: Пер. с англ. – М.: Мир, 1993. – 608 с.
5. Кузьмук В. В., Супруненко О. О. Роль інформаційних технологій у донозологічній оцінці стану здоров'я людини // Тезиси и доклады международной конференции "Интегративная медицина" (24–25 мая 2008 р.). – К.: Алтимед, 2008. – С. 108–109.
6. Продеус А. Н., Захрабова Е. Н. Экспертные системы в медицине / А. Н. Продеус, Е. Н. Захрабова. – К.: БЕК+. – 1998. – 320 с.
7. Седухина Татьяна Николаевна, преподаватель информатики Желтоводского промышленного / Экспертні та навчальні системи. : http://stn.ucoz.ru/index/ekspertni_ta_navchalni_sistemi/0-287
8. Застосування експертних систем у медицині / VM: https://studopedia.com.ua/1_218898_zahodi-za-dopomogoyu-yakih-bude-zdiysnyuvatisya-vidstezhennya-rezultativnosti-regulyatornogo-akta.html
9. MODIS – программное средство поддержки выбора оптимальных параметров технологических процессов в условиях многокритериальной оценки Е.В. Антропова ИАТЭ НИЯУ "МИФИ", г.Обнинск: https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/43/107/43107332.pdf
10. Таперова Л. Н. Дин-експертная диагностическая система по неотложным состояниям / Л. Н. Таперова, В. Веприцкая, Б. А. Кобринский // Программные продукты и системы. – 1995. – № 1. – С. 30–32.

11. Филюнова Е. Г. АТМ Express: Биорезонансная диагностика и терапия (ПБРТ): методические рекомендации / Филюнова Е. Г., Сиряковская Е. И., Демьянцева И. В. – К.: Алтимед, 2007. – 27 с.

12. Застосування експертних систем у медицині (стр. 3 из 13) / Суть методу іпідодіагностики: <https://smekni.com/a/149900-3/zastosuvannya-ekspertnikh-sistem-u-meditsin-3/>.

МЕДИЧНО ПРИЛАДО-КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ

Дудзинский Юрий Михайлович

д.ф.-м. н.,профессор

Дерій Катерина Іванівна

студент гр.СБМ-191

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

debega06@gmail.com

Анотація: Це медична галузь, яка має специфічні прилади для діагностики різних захворювань, та виявлення різних патологій на ранніх стадії шляхом застосування новітніх розробок та техніки в галузі медицини .

Ключові слова: магнітно резонансна томографія, ультразвукове дослідження, комп'ютерна томографія, рентгенівська комп'ютерна томографія, телемедицина.

Відомості про медично приладо-комп'ютерні системи. Автоматизація вже давно увійшла до сучасного життя, вона охопила багато сфер професійної діяльності людини. У сучасному світі в останній час сильно зросла автоматизація медичних процесів значно покращився розвиток приладо- комп'ютерних систем. Також з'явилося багато сучасних апаратів , які мають змогу досліджувати різні захворювання на ранніх етапах захворювання. Завдяки цьому останнім часом різко виріс процент виліковування складних хвороб на початковому етапі (рис.1) [1].



Рис. 1.

Також вона дала можливість створення баз з пошуку даних по новим відкриттям , які дають змогу, дізнатися на якій стадії знаходиться розвиток ліків від різних захворювань. Ще одним великим вкладом медичних приладо-комп'ютерних систем є те що створилися віртуальні конференції та електронні черги на різні програми для людей. Одним із важливих пунктів є процес, котрий супроводжується суттєвими змінами в медичній теорії та практиці, пов'язаними з внесенням коректив до підготовки медичних працівників. Це цілий програмно-технічний комплекс, що готує і забезпечує процеси збирання, зберігання і обробки

інформації в медицині й галузі охорони здоров'я. Взагалі медично приладо комп'ютерна система – це комплекс приладів та спеціального обладнання вимірювальної й керувальної техніки, яка напряду пов'язана з комп'ютерами ,котрі мають спеціальне програмне забезпечення [2].

До головні групи призначення та чинники, на яких базується дана система належать:

- Постійність використання спостереження за конкретними явищами та процесами в дослідженні певних захворювань.
- Отримання чітких зображень медичних органів (системи з використанням складних операційних систем, а саме: **Windows** , **Linux** **UNIX**). Адже вони мають дуже гарно розвинену систему програмного забезпечення (рис. 2).
- Отримання фахівцем (лікарем) певного терапевтичного дослідження ,для знання повної картини щодо стану здоров'я пацієнта.
- Постійне дослідження параметричних даних ,щодо стану пацієнтів після перенесених ними складних операцій (рис.3).
-



Рис. 2.



Рис. 3.

Задачі медично приладо-комп'ютерних систем. До головних задач медично приладо-комп'ютерних систем відносять:

1. Діагностика внутрішніх органів перевірка та спостереження за станом здоров'я пацієнта.
2. Використання під час складних операцій ,де потрібні чіткі зображення та рухи(рис. 4) [3].
3. Слідкування за після операційним періодом в реанімаційних відділеннях та платах інтенсивної терапії.
4. Використання протягом заміни органів за допомогою протезування та створення штучних органів (рис. 5).



Рис. 4.



Рис. 5.

Застосування медично приладо-комп'ютерних систем полягає в огляді пацієнта там де не може побачити людське око, та вирішення спадкових хвороб на стадії ембріонального розвитку [4]. При цьому використовують такі головні характеристики:

Призначення для виконання досліджень.

1. Створення електронних формальних чи інших засобів моделей внутрішніх органів.
2. Покращення рівня медичних знань та допомоги людям.
3. Використання ресурсів предметної області.
4. Використання певних комп'ютерних засобів обчислювальної техніки та певних алгоритмів у програмному забезпеченні.
5. Види медично приладо-комп'ютерних систем.

Взагалі, також до відомих видів МПКС відносять лікування променевою терапією та діагностика з подальшим виліковуванням складних онкологічних хвороб [5]. Проблематика та напрямки розвитку медично приладо-комп'ютерних систем в Україні

Основною проблемою медично приладо-комп'ютерних систем в Україні можна визначити такі пункти:

- Мало лікарів, які вміють досконало працювати з даною технікою.
- Наявність даних систем тільки у великих містах та лікарів ,які знають як доглядати за даною технікою.
- Винаходження нових систем медично приладо-комп'ютерних систем для дослідження організму (рис.7).
- Створення нових спеціальностей пов'язаних з використанням у роботі даних систем.

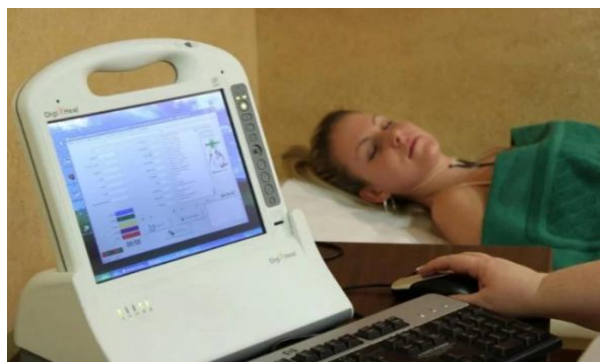


Рис. 6.



Рис.7.

У даний момент сучасний світ намагається створити якомога більше програмного забезпечення для спеціальної медичної техніки. Адже, у зв'язку зі сучасною пандемією Covid-19 вчені зі всього світу почали вирішувати питання ,яке полягає в нестачі техніки для діагностування та спеціалістів ,які знатимуть як потрібно працювати з цією технікою. Отже, можна сказати, що існує ще багато не вирішених питань та проблем в медично приладо-

комп'ютерній системі. Як приклад можна розглянути таблицю 1 та таблицю 2 по використанню **GRID** плат для даного обладнання.

Таблиця 1

Плата	Кількість фізичних GPU	Типи віртуальних x GPU	Кількість vGPU на фіз. GPU	Кількість v GPU на плату	Макс. дозвіл.	Обсяг виділеної під vGPU пам'ять
GRID K1	4	GRID K180Q	1	4	2560x1600	Pass-through
		GRID K160Q	2	8	2560x1600	1920Mb
		GRID K140Q	4	16	2560x1600	960 Mb
		GRID K120Q	8	32	2560x1600	512 Mb
		GRID K100	8	32	1920x1200	256 Mb
GRID K2	2	GRID K280Q	1	2	2560x1600	Pass-through
		GRID K260Q	2	4	2560x1600	1920 Mb
		GRID K240Q	4	8	2560x1600	960 Mb
		GRID K220Q	8	16	2560x1600	512 Mb
		GRID K200	8	16	1920x1200	256 Mb

Таблиця 2

Плата	Типи віртуальних x GPU	Сертифікація програми	Графічна пам'ять	Кількість дисплеїв на користувача	Макс. дозвіл.	Кількість v GPU на плату
GRID K2	K280Q	✓	4 GB	4	2560x1600	2
	K260Q	✓	2 GB	4	2560x1600	4
	K240Q	✓	1 GB	2	2560x1600	8
	K220Q	✓	512 MB	2	2560x1600	16
GRID K1	K180Q	✓	4 GB	4	2560x1600	4
	K160Q	✓	2 GB	2	2560x1600	8
	K140Q	✓	1 GB	2	2560x1600	16
	K120Q	✓	512 MB	2	2560x1600	32

Висновки. Завдяки медично приладо-комп'ютерним системам у сучасному світі стало можливим лікування тяжких захворювань. Зараз медично приладо-комп'ютерні системи отримали дуже велику кількість змін на експериментальному етапі, які позитивно впливають на існування програми та її застосуванню для виліковування хвороб. Завдяки проектуванню протезів у новій програмі в суперкомп'ютерах люди з обмеженими можливостями мають шанс на повноцінне життя.

Список літератури

1. Чеський Ю.В. / Конспект лекцій з курсу «Вступ до біомедичної інженерії» / Частина 1. – 22 с.
2. Clark D. / Face-to-Face with Peer-to-Peer Networking / D. Clark // Computer.– 2001. – Vol. 34, №1. – P. 18–21.
3. Foster I. The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure / I. Foster, C.Kesselman // San Francisco, Morgan Kaufmann Publishers. – 1998. – P. 259–278.
4. Foster I. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations / I.Foster, C.Kesselman, S. Tuecke // International J. Supercomputer Applications. – 2001, № 15(3). – P. 12–15.
5. Лінденбратен Л. Д. Медична рентгенологія и радіологія / Л. Д. Лінденбратен, І.П. Корольок. – М. : Медицина, 1999. – 560 с.

**СЕКЦІЯ 4: «АКТУАЛЬНІ ТРЕНДИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В
ТЕХНОГЕННОМУ СЕРЕДОВИЩІ»**

УДК 63:535.21

**ФІЗИКА СВІТЛА ЯК СКЛАДОВА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ
НА ОКО ЛЮДИНИ**

Бородай Ірина Іванівна

к.т.н., викладач

Харківський національний технічний
університет сільського господарства

імені Петра Василенка

Ковальчук Ігор Михайлович

Харківський національний університет

Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

м. Харків, Україна

irina.boroday@khntusg.info

tkovalchuk2006@gmail.com

Анотація. По мірі старіння людини відбувається безперервне погіршення зору, тому виникає необхідність у розгляді потреби літніх людей у додатковому освітленні. При цьому враховується, що світло потрібне не тільки для виконання зорових завдань, а також для забезпечення біологічного впливу на око.

Ключові слова: освітлення, зір, освітлення робочих місць, око людини, зоровий комфорт, гострота зору, контрастна чутливість, мелатонін.

В останні роки в нашій країні спостерігалось постійне збільшення населення старшої вікової групи. По мірі старіння людини відбувається безперервне погіршення зору. Ця обставина була врахована в Європейському стандарті **EN 12464-1**, що вказує, що необхідний рівень освітленості слід збільшувати, якщо можливості зорової системи працівника виявляються нижче норми. Однак при проектуванні освітлення ця вимога часто ігнорується: освітленість зменшують до мінімального дозволеного рівня, а значення параметрів технічного стану необґрунтовано завищують. Це особливо часто відбувається в період глибокої економічної кризи, повального безробіття, посилення вимог щодо економії енергії, яка витрачається на освітлення.

У світлі постійного зростання відносної чисельності населення старшої вікової групи можна прогнозувати безперервне збільшення кількості літніх працівників. Гострота зору з віком зменшується. З одного боку, погіршується здатність до акомодатії. Цей ефект можна компенсувати за допомогою окулярів. З іншого боку, гострота зору зменшується внаслідок скорочення кількості непошкоджених рецепторів сітківки. Таке зменшення гостроти зору, так само як і збільшення непрозорості кришталика, окулярами компенсувати не можливо. В Україні в 1985 році найбільш велика вікова група відповідала 21...23 рокам (розглядається тільки працездатне населення), в 2005 році цей вік збільшився до 40...43 років і, за даними державного статистичного управління, у 2050 році він буде приблизно дорівнювати 65 років. Таким чином, до 2050 року (30...33)% населення країни буде старше 65 років. Відповідно, вимоги до освітлення робочих місць повинні враховувати цей процес.

Загальновідомо, що зір з віком погіршується. Навіть Європейський стандарт по внутрішньому освітленню EN 12464-1 вказує, що "необхідний рівень освітленості слід

збільшувати, якщо можливості зорової системи працівника виявляються нижче норми". На практиці ми спостерігаємо іншу картину: освітленість зменшують до мінімального дозволеного рівня, значення параметрів технічного стану необґрунтовано завищують, а підвищену чутливість літніх людей до сліпучого блиску ігнорують. Поруч із зоровим комфортом, зорова працездатність є одним з найбільш важливих факторів, що розглядаються в Європейських стандартах, таких як EN 12464-1 (робочі місця) або EN 13201 (вуличне освітлення).

У наукових дослідженнях еквівалентами зорової працездатності служать гострота зору, контрастна чутливість і швидкість виявлення або їх поєднання. Гострота зору – це здатність сприймати різні предмети, розташовані (в кутовій мірі) дуже близько один до одного. Її кількісне вираження називають "візуз" (visus) і визначають, як величину, зворотну гранично малому куту (в кутових хвилинах) між двома сусідніми точками, які ще сприймаються окремо. У разі очей з нормальною рефракцією (еметропія) найменший зазор, що сприймається, дорівнює одній дуговій хвилині, що еквівалентно 1,0 візусу. Значення рівня 0,8 візуз вважається граничним для задовільної гостроти зору. Контрастна чутливість є величина зворотна найменшому (граничному) контрасту, який сприймається фізично.

Контрастна чутливість залежить від умов освітлення і віку спостерігача. Об'єкти спостереження з граничним контрастом розрізняються з імовірністю 50%. Результати досліджень гостроти зору і контрастної чутливості дозволяють розробити рекомендації щодо виконання на робочих місцях конкретних зорових задач. Для отримання стандартних граничних значень стосовно зоровим завданням взагалі, коли ці завдання заздалегідь не відомі або не описані належним чином, необхідно ввести коефіцієнти, значення яких визначаються на основі оцінок, або попереднього досвіду. Ці коефіцієнти базуються на національних або міжнародних угодах. Вони знаменують собою зв'язок між стандартами і результатами досліджень зорової працездатності [1].

Дослідження показали, що крім зображення, що формується в зоровому каналі, що саме лежить в основі зорової працездатності, світло ще й біологічно впливає на очі людини. Прикладами служать придушення вироблення гормонального мелатоніну при наявності світла вночі, настройка внутрішнього біологічного годинника (добова ритмічність) на добовий ритм "світло – темно" і активує дію світла. По мірі старіння людського організму змінюються як функціональність очей, так і поведінка людей. Це пов'язано з негативним впливом старіння на зорову працездатність і на не візуальну дію світла, що виражається в:

- зменшенні коефіцієнта пропускання середовища очей;
- пожовтінні кришталика ока;
- посиленні розсіювання світла в середовищі очей;
- зменшенні акомодативної можливості очей (стареча далекозорість);
- зменшенні працездатності сітківки;
- зменшенні розміру зіниці;
- зменшенні рухливості очних м'язів.

Не візуальна дія світла також залежить від віку спостерігача. Було показано, що не візуальна дія світла є чутливою до короткохвильової ("синьої") частини видимого спектра. У літніх людей ця частина спектра значно змінюється через те, що в міру старіння відбувається пожовтіння кришталика ока. Зрозуміло, що мають місце і інші ознаки старіння, такі як зменшення кількості або чутливості рецепторів сітківки. Інформація про ці симптоми в даний час дуже мізерна.

Спектральна чутливість придушення вироблення мелатоніну зміщена в синю область спектра відносно звичної спектральної світлової ефективності. Крім того, аналогічне синє зміщення спектральної чутливості має місце як в разі налаштування біологічних годин [4], так і в разі зростання суб'єктивного і фізіологічного відчуття бадьорості [1]. Однак повні

функції спектральної чутливості для двох останніх явищ досі не опубліковані. Тому наведені дослідження засновані на спектральній чутливості придушення вироблення мелатоніну.

Раніше було показано, що спектральна чутливість пов'язана з невідомими раніше світлочутливими рецепторами сітківки (гангліозні клітини сітківки). Це привернуло увагу світлотехніків і світлотехнічної промисловості. Було запропоновано, як і раніше використовувати загальноприйняті методи фотометричних вимірювань, а облік синього зсуву чутливості здійснювати за допомогою залежного від спектру поправочний коефіцієнт [3] біологічного впливу. У ряді публікацій вказувалося, що це припущення слід розглядати тільки в якості першого наближення [2]. Як би там не було, подібна систематична похибка має місце і в разі візуального сприйняття світла, і вона була прийнята традиційною фотометрією. Множення таких фотометричних величин, як освітленість або яскравість на коефіцієнт біологічного впливу, робить можливим кількісний опис не візуального впливу світла. [4].

З 2009 року доступний попередній німецький стандарт *V DIM 5031-100*, що містить тільки табульовану функцію отриману на основі наукових даних [3]. В майбутньому ця функція буде, можливо, вдосконалена, що обумовлено розрізненістю і розкидом наявних в даний час експериментальних даних. Вікова зміна середнього розміру зіниці призводить до 40 % зменшення освітленості сітківки 65-річних людей в порівнянні з 25-річними [5]. У той же час, зменшення зіниці призводить до збільшення глибини фокусування, що супроводжується посиленням гостроти зору і зорової працездатності, так що вікове зменшення зіниці впливає на не візуальну дію світла і, якщо дозволяють обставини, покращує зорову працездатність. Обумовлене зменшенням рухливості, зміна способів проведення вільного часу означає, що люди похилого віку менше часу проводять поза домівкою під впливом денного світла. І як наслідок, брак світла призводить до зменшення не візуальної дії світла з негативними наслідками, як для емоційного стану, так і для сну [5].

Ймовірність влучення фотона на світлочутливий пігмент рецепторів сітківки залежить від спектрального коефіцієнта пропускання середовища очей (рис. 1) з якого випливає, що порівняно з молодими, старі люди втрачають більше 30% світла через його поглинання в середовищі очей, особливо в кришталику ока.



Рис. 1. Спектральний коефіцієнт пропускання ока в залежності від віку людини

У загальному випадку, так як криві спадають в ліву сторону, коефіцієнт пропускання для теплого білого світла вище, ніж для білого денного світла. По мірі старіння має місце зменшення коефіцієнта пропускання кришталика ока в короткохвильовій (синій) області спектра (що еквівалентно пожовтінню).

Так як спектральна чутливість коефіцієнта впливу світла має максимум в синій частині спектра, а саме між 430 нм і 460 нм. Саме в цьому інтервалі особливо помітно вікове зменшення коефіцієнта пропускання. Так що літнім людям світла потрібно більше, ніж молодим, і навіть більше, ніж це впливає з результатів фотометричних вимірювань. Кришталик ока складається з протеїнових шарів. Невеликі неоднорідності цієї структури

призводять до розсіювання світла по всій поверхні сітківки.

Аналогічний негативний вплив надають і макромолекули які містяться в колоїдному розчині склоподібного тіла. В результаті цього формується розсіяне світло, яке накладається на створюване на сітківці зображення, починаючи з певної інтенсивності, цей ефект називають сліпучий блиск. Непрозорість кришталіка з віком збільшується, що пов'язано як з дифузією червоних кров'яних тілець (еритроцитів) в тіло кришталіка, так і з накопиченням центрів розсіювання. Тому літні люди більш чутливі до сліпучого блиску і відчувають зменшення зорової працездатності і комфорту.

Вікове погіршення зорової працездатності можна кількісно виразити за допомогою звичайних фотометричних величин, помножених на залежний від віку коефіцієнт ослаблення $w_{осл}$. Це означає, що для людини певного віку реальна ефективна освітленість буде дорівнювати

$$E_{осл} = E \cdot w_{осл}.$$

Для компенсації пов'язаних з віком втрат світла обов'язкові мінімальні нижні межі фотометричних величин (таких, як наведені в EN 12464-1 значення підтримуваних рівнів освітленості) слід множити на коефіцієнт $1/w_{осл}$.

Дослідження показали, що при зростанні не візуальної дії світла коефіцієнт ослаблення зростає з ростом корелятивною колірної температури (T_k), тоді як у разі візуальної дії світла подібної залежності немає.

Однак порівняння результатів, отриманих стосовно спектрів, що забезпечують $T_k = 5000^\circ\text{K}$ (випромінювання D50, F10 і F8 МКО), показують, що T_k не є єдиним чинником, що впливає на не візуальну дію світла. При заданій T_k ефективність впливу випромінювання люмінесцентних ламп виявляється аж до 20% меншою в порівнянні з ефективністю впливу денного світла.

Залежність від віку сильніше виражена в разі не візуальної дії світла, а це означає, що стосовно не візуальної дії світла освітленість сітківки за період між 25 і 65 роками зменшується в три рази. Якщо потрібно зберегти контрастну чутливість (видимість), то при переході від 25 до 65 років освітленість слід збільшити в два рази. За допомогою збільшення освітленості збереження гостроти зору забезпечити неможливо, так як дуже велика освітленість викликає відчуття сліпучого блиску.

При цьому сумнівно, що збільшення освітленості може саме по собі повністю компенсувати обумовлене віком зменшення зорової працездатності. В інтересах людей похилого віку варто було б вибрати такий розподіл яскравості, який збільшував би яскравість фону і зменшував би створювану джерелом сліпучого блиску освітленість для того, щоб сліпучий блиск зберігався на характерному для 25-річних людей рівні, а освітленість очей 60-річної людини потрібно зменшити до 60%. Вікове зменшення освітленості залежить від кута дії сліпучого блиску.

Відносний вплив сліпучого блиску, створеного джерелами, один з яких спостерігається під кутом 15° , а другий знаходиться на лінії візування, піддається впливу віку найбільшою мірою (що не еквівалентне найбільшому впливу сліпучого блиску). При цьому не враховувалося, що зазвичай люди похилого віку носять окуляри, які можуть сприяти посиленню впливу сліпучого блиску).

При виконанні зорових завдань багатовікові зміни зорової працездатності можуть бути компенсовані за рахунок підвищення освітленості. Однак зростаюча чутливість до сліпучого блиску вимагає зменшувати освітленість очей, а з точки зору не візуальної дії світла потрібно збільшувати яскравість об'єктів, що знаходяться в полі зору.

На перший погляд, ці вимоги суперечать один одному. Показано, до якої міри старіння призводить потемніння і пожовтіння кришталіка ока, зменшення діаметру зіниці і підвищення впливу сліпучого блиску внаслідок розсіювання світла в оці. Обґрунтовуються погляди, які показують, що для забезпечення того самого рівня гостроти зору, що і у

молодих людей, в певних випадках освітленість слід збільшувати в два або навіть три рази.

Висновки. Люди похилого віку більше молодих потребують освітлювального обладнання, що індивідуально настроюється, яке має давати людям похилого віку можливість привести освітлення у відповідність з їх діяльністю і часом доби - можливо, за допомогою настільної лампи або динамічного освітлення з адаптивною системою управління. В цілому, фізіологічні зміни очей літніх людей призводять до прогресуючої нездатності бачити об'єкти або колір і підтримувати здоровий ритм сну - неспання. Це можна частково компенсувати за допомогою відповідного рівня освітлення.

Список літератури

1. Кунденко М. П. Електротехнології та електроосвітлення. Частина I. – Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. / М. П. Кунденко, Л. С. Червінський, І. М. Ковальчук [та інші]. – Х.: ХНТУСГ, Сім, 2015. – 264 с.
2. Figueiro M. G. Preliminary evidence for spectral opponency in the suppression of melatonin by light in humans / M. G. Figueiro, J. D. Bullough, R. H. Parsons, M. S. Rea // *NeuroReport*. - 2004. – V. 15. – P. 313–316.
3. Gall D. Die Messung circadianer Strahlungsgroßen / D. Gall // *Tagung Licht Gesundheit*. – Berlin, 26–27.02.2004.
4. Piazena N. Measurement of circadian effective radiation of natural and artificial sources / N. Piazena, D. Kockott, R. Sippel // *2nd CIE Expert Sump. on "Lighting and Health"*. – Ottawa, 2006.
5. Winn B., Whilaker D., Elliott D.B., Phillips N.G. Factors Affecting Light-Adapted Pupil Size in Normal Human Subjects / B. Winn, D. Whilaker, D. B. Elliott, N. G. Phillips // *Invest Ophthalmol Vis Sci*. – 1994. – P. 1132–1137.

СЕКЦІЯ 5: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

ВИКОРИСТАННЯ МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ В СПОРТИВНОМУ ВІДБОРІ

Подгорна Вікторія Віталіївна

кандидат педагогічних наук, доцент

Бугаков Олександр Георгійович

студент гр. СФВ-191

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

podgorna.v.v@opu.ua

Анотація. В роботі показано значення морфофункціональних показників для ефективного спортивного відбору. Врахування морфо-фізіологічних характеристик людини є важливим процесом, бо морфологічні ознаки є генетично обумовленими, стійкими характеристиками, які однозначно впливають на результати спортивних досягнень.

Ключові слова: спортивний відбір, етапи спортивної підготовки, функціональні показники, медико-педагогічний контроль, спортсмени.

Залучення людини до спорту розпочинається з її відбору до спортивної секції, або ж вона самостійно обирає цікавий їй вид спорту. Відбір у спорті – система багатоетапних заходів по виявленню спортсменів, морфофункціональні, психологічні та техніко-тактичні можливості яких в найбільшій мірі відповідають специфіці обраної спортивної спеціалізації [1, 2, 4].

Спортивний відбір поділяють на такі форми [2]:

- констатуюча;
- прогностична.

При констатуючій формі відбору враховується наявна на даний момент часу готовність до досягнення високого спортивного результату з урахуванням морфологічних та функціональних показників оцінки цього стану [3]. Прогностична форма спортивного відбору – це пошук потенційних спортсменів за наявністю високих рухових якостей або морфологічних характеристик, які відповідають запитам певного виду спорту [4].

Вирішення задач спортивного відбору передбачає створення моделі спортсмена, яка є системою різних інформативних характеристик, що визначають успішність спортсмена в обраному виді спорту. Для ефективного спортивного відбору враховують такі морфологічні показники як: тотальні розміри тіла, пропорції тіла та склад маси тіла. Врахування морфо-фізіологічних характеристик людини є важливим процесом, бо морфологічні ознаки є генетично обумовленими, стійкими характеристиками, які однозначно впливають на результати спортивних досягнень. Також важливим показником вроджених аеробних особливостей організму є максимальне споживання кисню (**МПК**). Розвинути цей показник за допомогою тренувань можливо лише на 20-30%, тому людині, у якої відсутні такі специфічні задатки дуже важко наздогнати у витривалості і енергозабезпеченні спортсмена, МПК якого ще на початковому етапі спортивної підготовки набагато більше середньостатистичного [5, 6].

Тотальні розміри, пропорції і конституціональні особливості тіла спортсмена впливають на успішність освоєння і вибір техніко-тактичних прийомів [4]. Визначення типу статури та функціонального стану організму спортсмена в умовах відносного спокою

допомагає віднайти інформацію щодо мінімальної межі діапазону функціональних резервів систем організму для прогнозування успішності діяльності у обраному виді спортивно-педагогічної діяльності. На різних етапах спортивної підготовки вирішуються різні завдання що до спортивного відбору (табл. 1).

Таблиця 1

Етапи спортивної підготовки

Етапи спорт. підготовки	Стадії відбору	Етапи відбору	Вік, років	Розряд
Попередньої підготовки	I	Первинний	12...14	б/р
Початкової спортивної спеціалізації		Перспективний	14...17	1 юніор.
Поглибленого тренування	II	Передолімпійський	17...20	КМС
Спортивної досконалості		Олімпійський	>20	МС

На початковому етапі відбору головним завданням є виявлення спортивної придатності за допомогою визначення задатків, можливостей та оцінювання ступеня рухової активності. Орієнтування йде на стабільні та мало змінюванні ознаки, в тому числі і морфофункціональні [1].

На перспективному етапі визначається спортивна обдарованість та придатність для спортивної успішності в обраному виді спортивної діяльності. Основними критеріями є швидкість зростання фізичних якостей і формування рухових навичок [2].

На передолімпійському етапі спортивного відбору визначається перспективність спортсмена [1, 2].

Олімпійський етап відбору – це вибір кращих із кращих за допомогою поглибленого вивчення спортивних здібностей.

Висновок. Для вирішення проблеми відбору спортсменів потрібно тривало і комплексно обстежувати майбутніх спортсменів. Ефективний спортивний відбір виявляє талановитих, обдарованих, схильних до спортивної діяльності ще в ранньому віці, дає можливість більш ефективно тренувати майбутніх спортсменів для досягнення найвищих спортивних результатів та реалізації потенціалу людських здібностей.

Список літератури

1. Волков В. М. Спортивный отбор / В. М. Волков, В. П. Филин. – М.: Физкультура и спорт, 1983. – 176 с.
2. Волков Л. В. Загальна обдарованість: структура і критерії оцінки в системі спортивного відбору (хлопчики) / Л. В. Волков // Теорія і практика фіз. виховання: спец. вип.: за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф. «Здоров'я і освіта: проблеми та перспективи». – Донецьк : ДНУ, 2008. – No 1. – С. 14–18
3. Набатникова М. Я. Основы управления подготовкой юных спортсменов / М. Я. Набатникова. – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 280 с.
4. Теорія і методика фізичного виховання том 1 / Под ред. Т. Ю. Круцевич. - К.: Олімпійська література, 2003. – 424 с.
5. Шварц В. Б. Медико-биологические аспекты спортивной ориентации и отбора / В. Б. Шварц, С. В. Хрущев. – М. : Физкультура и спорт, 1984. – 151 с.

6. Priymak S.G. Functional State the Cardiovascular System of Students Involved in the Group of Sports-Pedagogical Perfection / S. G. Priymak // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology, V (57), Issue: 129. – 2017.

АСПЕКТИ ОЗДОРОВЧОЇ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кокотєєва Анастасія Сергіївна

асистент

Ларіна Юлія Вікторівна

студентка гр. ОР-202

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

anastasyakokoteeva@gmail.com,

yulialarina101@gmail.com

Анотація. У статті представлено інформацію щодо актуальних форм оздоровчої фізичної культури та їх вплив на організм людини. Надано приклади фізичних вправ циклічного та ациклічного характеру для підтримки організму в тонусі.

Ключові слова: оздоровча фізична культура, людина, здоров'я.

Ефективною профілактикою більшості захворювань, які скорочують життя людини – є здоровий засіб життя з достатньою руховою активністю. Ще відомий академік О.О. Богомолець писав: «Вміння подовжити життя – це насамперед вміння не скоротити його». Гармонійна особистість завжди прагне до зміцнення свого здоров'я. Процес фізичної підготовки за допомогою оздоровчої фізичної культури повинен базуватися на чіткому уявленні щодо фізичного стану людини та його змін під впливом фізичних навантажень. Найважливішим завданням оздоровчої фізичної культури є правильний підбір засобів, методів розитку основних рухових якостей, які покращують фізичний стан особистості.

Основою процесу формування та збереження здоров'я людини є здоровий спосіб життя, а також оптимальна рухова активність, яка забезпечується заняттями оздоровчої фізичної культури. Різноманітність шляхів оздоровчої фізичної культури дозволяє відновити та зберегти здоров'я людей, які перенесли серйозні захворювання. Важливими показниками фізично доведеної людини сучасності є:

1. Міцне здоров'я, що дає можливість швидко адаптуватися до різних умов;
2. Висока загальна фізична працездатність;
3. Пропорційно розвинута статура та правильна постава;
4. Оволодіння раціональною технікою загальних життєво важливих рухів;
5. Всебічно та гармонічно розвинуті фізичні якості.

Оздоровча фізична культура – це специфічна сфера використання засобів фізичної культури та спорту, яка спрямована на оптимізацію фізичного стану людини для відновлення сил, які були затрачені під час процесу праці (навчання), організацію активного дозвілля та підвищення стійкості організму до впливу несприятливих факторів виробництва та довкілля. Завданням оздоровчої фізичної культури є загальне оздоровлення, підвищення опірності організму до шкідливого впливу довкілля, попередження захворювань. оздоровчої фізичної культури (як рід діяльності) організована рухова активність, а також види діяльності, які пов'язані з дотриманням здорового способу життя та направлені на досягнення максимально можливого оздоровчого ефекту [3].

Оздоровча фізична культура виконує наступні функції:

1. Освітня функція – використання оздоровчої фізичної культури у загальній системі освіти з метою формування життєво необхідних рухових вмінь та навичок, набуття спеціальних знань в області теорії та методики фізичної культури для ведення здорового способу життя.

2. Оздоровча функція – використання засобів оздоровчої фізичної культури у системі мір, які направлені на зберігання та зміцнення здоров'я з урахуванням віку, професійної діяльності, наявності захворювань тощо.

3. Виховна функція – формування рис характеру, які створюють оптимальний психологічний клімат у суспільстві, колективі, родині.

4. Рекреативна функція – використання засобів оздоровчої фізичної культури щодо забезпечення повноцінного відпочинку, відновлення фізичних та психічних сил з урахуванням характеру та специфіки стомлення під час праці.

Сьогодні розроблено і практично випробувано авторські комплекси та програми фізичних вправ оздоровчої спрямованості для масового використання. Основні їх переваги: доступність, простота реалізації та ефективність. Насамперед, це:

1. Режим 1000 рухів (система Амосова);
2. Контрольовані бігові навантаження (система Купера);
3. Біг заради життя (система Лід ярда);
4. 10 000 кроків кожен день (система Міхао Інаї);
5. Абетка оздоровчого бігу (система Мільнера)

За ступенем впливу на організм усі види оздоровчої фізичної культури (в залежності від структури рухів) можна розділити на дві групи: вправи циклічного та ациклічного характеру. Циклічні вправи – це рухові акти, під час яких довгий час постійно повторюється один і той самий закінчений руховий цикл. В ациклічних вправах структура рухів не має стереотипного цикла та змінюється під час їх виконання [1].

До **ациклічних вправ** відносять ранкову гігієнічну гімнастику та виробничу гімнастику. Ранкова гігієнічна гімнастика сприяє більш швидкому включенню організму до робочого стану після пробудження, підтриманню високого рівня працездатності протягом трудового дня, вдосконаленню координації нервово – м'язового апарату, діяльності серцево – судинної та дихальної систем. Під час ранкової гімнастики та наступних водних процедур активується діяльність шкірних та м'язових рецепторів, вестибулярного апарату, підвищується збудженість центральної нервової системи, що сприяє покращенню функцій опорно – рухового апарату та внутрішніх органів.

Ритмічна гімнастика. Особливість ритмічної гімнастики полягає в тому, що темп рухів та інтенсивність виконання вправ задається ритмом музичного супроводження.

Атлетична гімнастика. Заняття атлетичною гімнастикою викликають морфофункціональні зміни. Ці зміни пов'язані з тривалим збільшенням кровотоку у задіяних м'язових групах у результаті багатократного повтору вправ, які покращують трофіку м'язової тканини.

Гімнастика за системою «хатха-йога». **Хатха-йога** – це складова частина індійської йоги, яка включає систему фізичних вправ, направлених на удосконалення людського тіла та функцій внутрішніх органів. Ця гімнастика складається зі статичних поз (асан), дихальних вправ та елементів психорегуляції. Виконання спеціальних дихальних вправ (контрольоване дихання), які пов'язані із затримкою дихання, сприяють збільшенню життєвої ємкості легень (**ЖЄЛ**) та підвищують стійкість організму до гіпоксії. «Сава-сана» (мертва поза) з повною м'язовою релаксацією та зануренням у напівдрімотний стан використовується для найбільш швидкого та повного відновлення організму після сильних м'язових напружень в статичних позах. А у позі «ширса-сана» (стійка на голові) збільшується приплив крові до головного мозку, в позі лотоса – до органів малого таза. Важливіший елемент системи тренувань йогів

– концентрація уваги на окремих ділянках організму під час виконання різноманітних вправ. Саме здібністю до концентрації свідомості обумовлені численні «дива» йогів, тому що за її допомогою мобілізуються різноманітні резерви людського організму.

Циклічні вправи. Аеробіка – це система фізичних вправ, енергозабезпечення яких відбувається за рахунок використання кисню. Ці вправи достатньо енергійні та бадьорі, тривають довго та виконуються регулярно для підтримки серця та легень у здоровому стані. Як правило, заняття з аеробіки відбуваються у групах з інструктором та фоновою музикою.

Степ-аеробіка. Найдревніший та найефективніший вид аеробних вправ. Проводиться переважно у групах за допомогою платформ – степів, де ритмічна музика для аеробіки задає темп заняттям.

Велоаеробіка дає змогу тренуватися на велосипеді у закритому приміщенні, не потребує ніяких спеціальних навичок та підходить до людей різного віку. Головна перевага даного виду аеробіки – це психологічний аспект. Зали обладнані для віртуальної поїздки з фантастичними пейзажами та заспокійливою музикою.

Оздоровча ходьба. Ходьба – це не тільки форма пересування у просторі, а і дієвий засіб зміцнення організму, зокрема серцево – судинної системи. Заняття ходьбою у парку має великий оздоровчий ефект, пов'язаний з перебуванням на свіжому повітрі. Необхідно зауважити, що для реалізації оздоровчого впливу ходьби треба враховувати три показники: час ходьби, її швидкість та відстань.

З фізіології відомо, що під час ходьби на 3 км зі швидкістю 3 км/год обмін речовин зростає у півтори рази, а при швидкості 6 км/год – більш ніж в 5 раз. Спортсмени, які спеціалізуються у спортивній ходьбі, у процесі проходження дистанції 50 км втрачають у вазі до 5 кг. Тоді як під час ходьби у роботу включаються багаточисленні м'язові групи, енергозатрати в залежності від швидкості зростають в 3 – 8 разів. У стані спокою людина втрачає в середньому 1,5 ккал/хв енергії. При ходьбі зі швидкістю (5...6) км/год людина вагою 54 кг витрачає 4,2 ккал/хв, 72 кг – 5 ккал/хв, 90 кг – 6,1 ккал/хв. Тобто, витрати енергії під час звичайної ходьби збільшуються не менш ніж у 3- 4 рази. Для людини, яка не займається фізичною працею, енергійна ходьба протягом 1,5 – 2 годин може стати нормою його денної рухової активності. Японські вчені вважають, що 10000 кроків за день – це мінімальна доза фізичної активності, яка так необхідна організму людини. Для покращення стану здоров'я займатися ходьбою необхідно регулярно, з поступовим постійним збільшенням навантаження.

Біг. Організм людини у процесі життєдіяльності в результаті безперервних біохімічних реакцій накопичує велику кількість продуктів розпаду, так званих шлаків. Якщо їх своєчасно не видалити, відбудеться самоотруєння організму, а отже порушення функцій різноманітних органів. Шлаки виводяться різними шляхами, наприклад, через систему потовиділення. Для збереження здоров'я кожній людині, незважаючи на вік, бажано хоча б один раз на день пропотіти. Біг є одним з дієвих засобів надмірного потовиділення. Професор **Ю.Ф. Змановський** вважає біг універсальним та швидкодіючим оздоровчим засобом. На його думку, не має найбільш ефективної вправи, яка б давала оптимальний регульований вплив на нервову та ендокринну системи, роботу яких можна вдосконалити шляхом тривалих циклічних вправ помірної інтенсивності.

Плавання. У цьому виді циклічних вправ також приймають участь усі м'язові групи, але внаслідок горизонтального положення тіла та специфіки водного середовища, навантаження на систему кровообігу значно менше, ніж під час бігу або ходьби на лижах.

Фітнес. На сьогодні «фітнес» у цілому можна визначити як систему фізичних вправ оздоровчого напрямку, погоджену з індивідуальним станом психофізичної сфери людини, його мотиваційної визначеності та особистої зацікавленості. Загальним показником ефективності роботи серцево – судинної системи є кардіореспіраторна підготовленість, яка оцінюється можливістю серця перекачувати насичену киснем кров до м'язів та органів.

Дихальна система за рахунок частоти, глибини та ритма вдихів та видихів забезпечує доставку кисня у кров та виведення вуглекислого газу, приймає участь у енергозабезпеченні та пов'язана з функцією серцево – судинної системи.

Гіподинамія – це порушення функцій організму (опорно-рухового апарату, кровообігу, дихання, травлення), яке сталося через обмеження рухової активності, зниження сили скорочення м'язів.

Причини гіподинамії населення:

1. Недостатнє усвідомлення щодо користі занять (40% населення);
2. Відсутність зацікавленості до занять (47%);
3. Перевага інших занять у вільний час (62%);
4. Лінь (57%).

Здоров'я – це перша і найважливіша потреба людини, яка визначає його здібність до праці і забезпечує гармонійний розвиток особистості. Воно є найважливішою передумовою до пізнання оточуючого світу, до самоутвердження та щастя людини. За визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я (**ВООЗ**), «Здоров'я – це стан фізичного, духовного та соціального благополуччя, а не тільки відсутність хвороб і фізичних дефектів».

Людина народжується з певними вихідними якостями, зростає, розвивається, її організм на протязі всього життя змінюється анатомічно та фізіологічно. Відбуваються коливання і у стані здоров'я: воно то покращується, то погіршується. Звісно, що ці процеси потребують втручання, і частіше вже з боку лікарів, а не самої людини. Слід зазначити вплив занять фізичними вправами на організм, який є схильним до несприятливих наслідків шкідливих звичок [4]. Як відомо, серед цих наслідків яскраво визначено фактор швидкого старіння та руйнування організму. Помірні фізичні навантаження є важливим засобом, який затримує погіршення фізичних якостей та зниження адаптаційних здібностей організму в цілому та серцево – судинної системи.

Висновки. Оздоровча фізична культури – основний засіб покращення стану здоров'я та працездатності організму людини, що виражається в активізації та вдосконаленні обміну речовин, покращенні діяльності центральної нервової системи. Заняття фізичними вправами забезпечують адаптацію дихальної, серцево – судинної та інших систем до специфіки м'язової діяльності, а також відновлення після фізичних навантажень.

Оздоровча фізична культура забезпечує важливий вплив на здоров'я людини в цілому за умов дотримання певних правил: фізичні навантаження повинні бути помірними та адаптованими для кожної людини або групи людей під час виконання фізичних вправ; засоби й методи фізичного виховання повинні застосовуватись, виходячи з наукового обґрунтування їх оздоровчої цінності; за умови занять оздоровчою фізичною культурою потрібно дотримуватись регулярності самоконтролю.

Список літератури:

1. Гамидова С. К. Содержание и направленность физкультурнооздоровительных занятий / Гамидова Светлана Константиновна; [Смол. гос. акад. физ. культуры, спорта и туризма]. – Смоленск, 2012. – 19 с.
2. Герасимова Т. В. Формирование навыков здорового способа жизни методами оздоровительной физической культуры // Педагогика, психология и медико-биол. проблемы физич. воспитания и спорта. – 2009. – № 10. – С. 25–27.
3. Имас Е.В., Дутчак М.В. Стратегии и рекомендации по здоровому образу жизни и двигательной активности. Сборник материалов ВОЗ. – К.: Олимпийская литература, 2013.
4. Линець М.М. Основи методики розвитку рухових якостей: навч. посіб. для фізкультури вузів. – 1997. – Л.: Штабр.
5. Линець М.М., Андрієнко Г.М. Витривалість, здоров'я, працездатність – Л., 1993.

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ, ЗДОРОВ'Я І ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ

Громаковська Зінаїда Петрівна

старший викладач

Леухін Кирило Олексійович

студент гр. АС–205

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

kzolutarev5@gmail.com

Анотація: У статті розглянуто основні проблеми розвитку фізичного виховання, здоров'я і професійної підготовки студентів, окреслено актуальні питання вдосконалення системи фізичного виховання студентської молоді в Україні.

Мета роботи. проаналізувати сучасний стан фізичного виховання, виявити проблемні аспекти, окреслити актуальні питання та шляхи вдосконалення системи фізичного виховання студентської молоді.

Ключові слова: фізичне виховання, фізична культура, спорт, професійна підготовка.

У сучасних умовах інтегрування України у європейську систему вищої освіти на перший план виходить необхідність реформування системи освіти України, її удосконалення, підвищення рівня якості. Протягом останнього десятиріччя в Україні склалася тривожна ситуація: різко погіршилося здоров'я і фізична підготовленість студентської молоді. Це насамперед пов'язано з кризою в національній системі фізичного виховання, яка не відповідає сучасним вимогам і міжнародним стандартам фізичної підготовленості людини. Незаперечним є той факт, що кожен член суспільства має турботливо ставитися до свого здоров'я, своїх фізичних рис і здібностей, має розуміти їхнє особисте і соціальне значення, повинен відчувати і реалізувати внутрішню потребу фізичної і духовної досконалості. Тому у законах України «Про освіту», «Про фізичну культуру і спорт», «Державній національній програмі «Освіта» (Україна ХХІ ст.)», «Державній програмі розвитку фізичної культури і спорту в Україні» поставлена мета створити умови, за яких будуть покликані до життя творчі сили молоді особистості, відкриється простір до її активної самореалізації.

Проблема дослідження полягає в необхідності вироблення шляхів удосконалення системи фізичного виховання студентської молоді. Фізичне виховання є складовою всебічного розвитку особистості. Воно спрямоване на забезпечення фізичного розвитку індивіда, зміцнення здоров'я, морфологічне і функціональне вдосконалення організму людини. Чим більше розвинені фізичні і духовні сили людини, тим вищий рівень її працездатності і результативності праці. Отже, проблема фізичного виховання і сьогодні є актуальною та соціально значущою. Здорова людина більш активна, мобільна, життєрадісна і загалом життєздатніша.

Сучасний стан фізичного виховання студентів вимагає об'єктивного аналізу існуючих форм, систем і концепцій його розвитку в українському просторі. Лише такий підхід створює можливості визначення пануючих в ньому тенденцій, існуючого потенціалу, але також і врахування недоліків.

На сьогоднішній день серйозне занепокоєння викликає погіршення стану здоров'я сучасної української молоді. У підростаючого покоління різко прогресують хронічні ревматичні хвороби серця, гіпертонія, неврози, артрити, сколіози, ожиріння тощо. Тому нині активно йде переосмислення перспектив розвитку фізичного виховання.

Пошуку засобів підвищення ефективності фізичного виховання студентів присвятили свої дослідження багато вчених. Організаційно-педагогічне та методологічне підґрунтя вдосконалення системи фізичного виховання викладено у дослідженнях **Л.В. Волкова, Т.Ю. Круцевич, О.С. Куца, Б.М. Шияна**, диференційованому фізичному вихованню присвячені дослідження **Т.В. Петровської, Н.В. Москаленко, В.В. Веселової** та інших.

Серед багатьох проблем однією з актуальних є втрата інтересу молоді до занять фізичною культурою, що зумовлено низкою вагомих причин. Серед них: абстрактність нормативної програми фізичного виховання, яка не враховує регіональні, кліматичні, національні особливості; підхід не до конкретної молодої людини з її індивідуальними особливостями, а до навчальної групи; відсутність належної навчально-тренувальної бази у навчальному закладі.

В. Головачук та О. Левицька наголошують на тому, що активність студента в процесі навчання повинна дидактично забезпечуватись, а рівень цієї активності зумовлений, з одного боку, індивідуальними особливостями особистості, що пізнає, з другого – особливостями заданої предметної діяльності, яка визначає особистий сенс активності студента й опирається на основні принципи й положення, що є засадами структурування змісту оздоровчих занять.

З окресленої вище проблеми випливає наступна: залучення студентської молоді до самостійних занять фізичною культурою та спортом. Згідно з базовою програмою фізичного виховання у вищих навчальних закладах I-III рівнів акредитації самостійна робота студента має стати однією з найважливіших складових навчального процесу. Самостійність у роботі, збільшення її ролі у системі навчання сприяє повнішому розкриттю потенційних можливостей студента, забезпечує формування інтересу до вивчення предмету, активізує мислення, спонукає до глибокого знання і слугує вмінню активно набувати його [6, с. 321].

Окремі аспекти теорії і практики фізичного виховання у вищій школі, а саме проблеми організації самостійної роботи студентів ВНЗ досліджували **Т. Овчаренко, Т. Цюпак, Р. Сіренко** [1, 3]. Обов'язкові заняття з фізичного виховання в вищих навчальних закладах не завжди спроможні поповнити дефіцит рухової активності студентів, забезпечити відновлення їх розумової працездатності, запобігти захворюванням, що розвиваються на фоні хронічної втоми. Вирішенню цього завдання сприяють самостійні заняття студентів фізичними вправами протягом тижня. Організація самостійних занять студентів передбачає: підвищення рівня теоретичних знань з фізичної культури і спорту; підготовку до виконання нормативів з програми фізичного виховання, професійну підготовленість, удосконалення рухових умінь та навичок, які були засвоєні на обов'язкових заняттях.

Самостійні заняття фізичною культурою та спортом допомагають ліквідувати дефіцит рухової діяльності, сприяють більш активному засвоєнню навчальної програми та здачі контрольних нормативів. Ці заняття надають можливість оволодіти цілим рядом нових рухових умінь та навичок, які не передбачені програмою з фізичного виховання, розширити діапазон рухових дій, підвищити спортивну майстерність. Під час проведення самостійних занять підвищується не тільки рівень фізичної підготовленості студентів, але й розвиваються такі моральні якості, як працьовитість та само дисциплінованість [1, с. 15].

Безперечно, нагальною у своєму вирішенні є проблема забезпечення формування духовно-фізичного розвитку особистості у системі фізичного виховання. Духовно-фізичний розвиток особистості – одна з постійних проблем, без успішного розв'язання якої неможливе виховання всебічно розвиненої особистості. Через відсутність духовних цінностей і відповідної мотивації, усвідомленої потреби в руховій активності, студенти не зацікавлені в систематичних заняттях фізичними вправами як у ефективному універсальному засобі фізичного й духовного розвитку. Як відзначає доктор педагогічних наук, професор Ю. Ніколаєв, у багатьох студентів, а в масштабах країни – у більшості населення недостатній рівень здоров'я, низький розвиток фізичних якостей і фізичної підготовленості, має місце

фізична безграмотність, відсутність потреб у заняттях фізичними вправами, в освоєнні різноманітних цінностей фізичної культури. Однієї із причин, найімовірніше, є виключно прикладний характер практики фізичного виховання, тобто з переважним впливом на тілесну сторону людини. При цьому недооцінюються можливості фізичної культури у формуванні духовно-ціннісної сторони людини (розвиток її моральних, інтелектуальних, естетичних та духовних компонентів). У свою чергу, саме навчально-виховний процес з фізичного виховання безпосередньо може вплинути на зміну цього ставлення і на формування у студентів духовних і фізичних якостей. Сучасна система фізичної освіти відкидає педагогічний процес, що не торкається душі студента, не будить емоцій, естетичних почуттів, не дає простору для розвитку особистості, а вимагає лише механічного виконання фізичних вправ.

Проблема взаємозв'язку духовної і фізичної культури знайшла відображення у роботах **Н. Візітея, А. Новикова, А. Матвєєва, А. Лубишевой, Ю. Ніколаєва, Т. Ротерс** та інших вчених [3]. Вважаємо за доцільне насамперед звернути увагу на позицію А. Новикова, який взаємозв'язок фізичного та духовного виховання визначає через формування почуттів прекрасного у рухах, які впливають на розвиток відповідних понять прекрасного у поведінці та у діянні людини, і на розвиток духовного світу.

У сучасному суспільстві велика увага приділяється вихованню у людей свідомого ставлення до фізичного розвитку, стану свого здоров'я, адже людина, яка знає і розуміє користь від регулярних занять фізичною культурою та спортом і вміє на практиці реалізувати ці знання, здатна на творчу, активну, суспільно-громадську діяльність.

Опрацьовані дослідження свідчать про те, що на момент вступу до ВНЗ різні відхилення у стані здоров'я спостерігаються у кожного другого підлітка. Це пояснюється тим, що навчання у школі супроводжувалось дефіцитом рухової активності, нервовим перенапруженням, необхідністю засвоєння та переробки учнями великої кількості інформації [2; 3].

Одним зі шляхів вирішення дефіциту рухової активності є підвищення уваги до фізичного виховання, пошук нових форм та засобів навчання, впровадження в навчальний процес інноваційних педагогічних технологій, які дозволяють удосконалити навчально-виховний процес у відповідності до сучасних вимог. Використання сучасних технологій на заняттях фізичної культури дає змогу викладачеві найбільш якісно виконувати одну із важливих вимог до сучасного навчального процесу у поєднанні з освітньою спрямованістю досягти високої моторної компактності, динамічності, емоційності, які стимулюють інтерес студентів до занять фізичними вправами.

На підставі досліджень встановлено, що факторами підвищення рівня фізичної підготовленості студента є:

- систематичні заняття фізичною культурою і спортом;
- профілактика захворювань;
- загартування організму;
- раціональне харчування;
- боротьба із шкідливими звичками;
- активний відпочинок.

Беручи до уваги соціально-психологічний портрет студентської молоді, можна виокремити наступні шляхи вдосконалення системи фізичного виховання:

- вдосконалення системи одноразових занять фізичною культурою (розподіл матеріалу з урахуванням потреб фізичного розвитку студентів);
- створення груп за зацікавленістю з відповідними програмами занять;
- підвищення ролі теоретичних знань студентів для самостійних занять;
- посилити гуманістичну спрямованість фізичного виховання;

- активно залучати студентів до здорового способу життя (оскільки сучасне студентство схильне до паління, вживання алкогольних напоїв та наркотичних речовин);
- обмежити використання в процесі занять фізичних вправ, які прищеплюють агресивність поведінки та привчають до культу насилля [2].

Висновки.

Кардинальні зміни, що відбуваються в усіх сферах життєдіяльності суспільства, вимагають нових підходів до виховання та соціалізації підростаючого покоління. Особливого значення набуває формування гармонійно розвиненої, суспільно активної, фізично досконалої, здорової особистості. Виховання здорового покоління з гармонійним розвитком фізичних і духовних якостей – одне з основних завдань сучасного суспільства. У будь-якому суспільстві, побудованому на гуманістичних і демократичних принципах, здоров'я людини є вищою цінністю, найважливішим надбанням держави, воно – безперечний пріоритет, запорука життєстійкості і прогресу суспільства. На жаль, в нашій країні спостерігається виразна тенденція до погіршення стану здоров'я дітей.

Усі вищевикреслені шляхи сприятимуть підвищенню інтересу й активності студентів у самостійному вивченні теорії і методики фізичного виховання, а також виконання науково-дослідницької роботи. У плані перспективи можна зазначити, що така організація фахової підготовки надасть можливість сформувати високий рівень професійних знань та умінь стосовно якісного проведення уроків фізичної культури для школярів різних вікових груп, опанування новітніми технологіями фізичного виховання.

Список літератури

1. Боднар І.Р. Фізичне виховання студентів з низьким рівнем фізичної підготовленості: автореф. дис. канд. пед. наук з фізичн. вих. і спорту. – Луцьк, 2000. – 19 с.
2. Визитей Н. Н. Физическая культура личности / Н. Н. Визитей. – Кишинев : Штиинца, 1989. – 110 с.
3. Железняк Ю.Д., Петров П.К. Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте. – М.: Академ., 2001. – 261 с.

ЦІНІСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В РІШЕННІ ЗАВДАНЬ ВСЕБІЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ

Смолякова Ірина Дмитрівна

к.пед.н., доцент, зав. кафедрою ФВС

Фурса Радіон Геннадійович

студент гр. СФВ-191

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

irina.smolyakova@ukr.net

onpufv@ukr.net

Анотація. В статті розглянутий ціннісний потенціал фізичної культури. Охарактеризовані різні групи соціальних цінностей: інтелектуальні, цінності рухового характеру, педагогічні технології, мобілізаційні, інтенційні, валеологічні. Встановлено, що фізична освіта та фізичне виховання в закладах вищої освіти не використовує ціннісний потенціал фізичної культури. Запропоновано напрям гуманізації фізичної культури в закладах вищої освіти.

Ключові слова: фізична культура, фізичне виховання, ціннісний підхід, здобувачі вищої освіти.

Актуальність. З підвищенням ролі фізичної культури у вихованні студентської молоді актуальним стає дослідження її ціннісного потенціалу як засобу виховного процесу у закладах вищої освіти (ЗВО). В останні роки все частіше йдеться про фізичну культуру не тільки як соціальний феномен, але і як про стійкий фундамент якості особистості. Фізична культура, будучи складовою частиною загальної культури, багато в чому визначає поведінку людини в навчанні, на виробництві, в побуті, в спілкуванні, сприяє вирішенню соціально-економічних, виховних та оздоровчих завдань. Проблема цінностей, з одного боку, сприяє розкриттю сутності, змісту та пізнавальної сторони фізичної культури, з іншого – має регулятивно-цільове значення для людини, пов'язане з добровільністю їхнього вибору, превалюванням духовної сторони в процесі відображення матеріального.

Мета роботи: визначити зміст ціннісного підходу для рішення завдань всебічного виховання студентської молоді.

Завдання:

1. Виокремити ціннісний потенціал фізичного виховання.
2. Охарактеризувати цінності фізичного виховання.
3. Встановити напрями трансформації навчального процесу у ЗВО з урахуванням ціннісного потенціалу фізичної культури.

Методи дослідження: аналіз спеціальної літератури.

Сучасні фізична культура і спорт є загальновизнаними матеріальними, інтелектуальними, емоційно-психологічними і духовними цінностями суспільства в цілому і кожної людини окремо.

Дослідження ціннісного аспекту фізичної культури і її ролі у вихованні студентів відображено в роботах багатьох вітчизняних авторів [2, 3, 4]. Коли йдеться про ціннісний потенціал фізичної культури і його ролі в вихованні сучасного студентства, автори мають на увазі два рівні цінностей: суспільний і особистий [5]. З цього випливає, що фізична культура, задовольняючи як матеріальні, так і духовні потреби особистості і суспільства, сама має обидві сторони – і матеріальну, і духовну. У свою чергу кожен вид культури має як особистісну, так і громадську форми [1].

У сфері фізичної культури виділяють групи суспільних цінностей: інтелектуальні, цінності рухового характеру, педагогічні технології, мобілізаційні, інтенційні, валеологічні. В табл. 1 наведена взаємозалежна структура цінностей, відображені найбільш значущі для життєдіяльності людини і суспільства аспекти сучасного розуміння фізичної культури, які мають, безсумнівно, велике значення і в зв'язку з фізкультурним, валеологічним та соціальним вихованням студентської молоді.

Таблиця 1

Структура цінностей фізичної культури

Група суспільних цінностей	Характеристика
Інтелектуальні	Знання в галузі фізичної культури, які пов'язані з інтелектуальним потенціалом фізичної культури особистості; знання про методи і засоби розвитку фізичного потенціалу людини як основи організації її фізичної активності, спортивної підготовки, здорового способу життя
Рухового характеру	Кращі зразки моторної діяльності, особистісний і суспільний фізичний потенціал, в цілому фізична підготовка, працездатність, здоров'я

	людини
Педагогічні технології	методики фізичного виховання, фізичного та оздоровчого тренування, спортивної підготовки, вміння та навички організації фізкультурно-спортивної діяльності
Мобілізаційні	Пов'язані з раціональною організацією бюджету вільного часу, внутрішньою дисципліною, зібраністю, необхідністю швидкого оцінювання ситуації, прийняття рішень, можливістю самовиховання умінням протистояти несприятливим впливам зовнішнього середовища, проявити наполегливість в досягненні цілей
Інтенційні	Громадська думка, фінансове, економічне, матеріально-технічне та правове забезпечення, престижність фізичної культури і спорту в суспільстві, їхня популярність у різних категорій людей, а також мотиви, інтереси, потреби, бажання займатися фізкультурно-спортивною діяльністю
Валеологічні	Накопичені теорією та методикою знання про використання фізичних вправ для ефективного фізичного розвитку людини, формування його статури, загартовування, підвищення працездатності, психоемоційної стійкості.

До групи інтенцій них цінностей деякі автори відносять також соціально-психологічні установки людей, які визначаються характером, структурою та спрямованістю потреб, мотивацій і ціннісних орієнтації на заняттях фізичними вправами і спортом [4]. Величезне значення для виховання студентів мають валеологічні цінності фізичної культури, які так чи так включають в себе вісь ціннісний зміст фізичної культури і по суті мають інтегративний характер. Валеологічні цінності фізичної культури – це можливості для виховання мотивації, інтересу, потреби в дбайливому ставленні студента до свого здоров'я.

Чималий соціальний потенціал фізичної культури і спорту необхідно повною мірою використовувати в цілях всебічного виховання особистості, оскільки це є найменш витратним і найрезультативнішим засобом морального, фізичного, психічного, цивільного оздоровлення студентської молоді. Завдання ЗВО полягають у тому, щоб навчити майбутнього фахівця підтримувати і зміцнювати здоровий психосоматичний тонус своєї життєдіяльності формами і методами фізичної культури. Особливості фізичного виховання у вишах визначаються тим, що студентський період – це остання можливість отримання знань, умінь і навичок з фізичної культури в рамках державної системи освіти.

Основна ідея фізичного виховання в ЗВО спрямована на збереження творчого довголіття випускника, зміцнення його здоров'я, а його метою має бути формування фізичної культури особистості студента. У ЗВО же дотепер домінує фізична підготовка на шкоду цілісного розвитку особистості. Таким чином, для того, щоб фізичне виховання стало основним процесом у формуванні фізичної культури і розвитку особистості, необхідна трансформація навчального процесу у ЗВО, в якому домінуючим початком стали б фізичне самовиховання і самовдосконалення студентів, їхня турбота про своє здоров'я, самоосвіта в цій сфері діяльності протягом усього життя.

Фізична культура в ЗВО є невід'ємною частиною виховання загальної і професійної культури особистості фахівця. Найважливішими компонентами формування фізичної культури студентства є світогляд, потребнісно-мотиваційна сфера особистості, широта і глибина знань в галузі фізичної культури і її видів. Можна виділити логічний, послідовний перехід всіх форм фізкультурної практики в стійкий процес фізичного (тілесного) самовиховання і самовдосконалення. Фізична культура в ЗВО досягає гуманної мети тоді, коли її види відповідають принципам доступності і максимального залучення молоді, а

фізичні навантаження відповідають рівню функціональних можливостей. Таким чином, формування нової системи уявлень про цінності фізичної культури як засобу всебічного виховання студентів в сучасних умовах пов'язано з подальшою гуманізацією і демократизацією вищої школи, зі зверненням до загальнолюдських цінностей, до морального, інтелектуального, фізичного, психологічного потенціалу особистості студента. Потреби і прагнення людини в освоєнні цінностей фізичної культури повинні стимулюватися почуттям задоволення від фізичної активності, успіхами в зростанні його власних фізичних, психічних, моральних можливостей, працездатності, відчуттям здоров'я і умінням управляти внутрішнім станом.

Висновки.

1. Виокремлено ціннісний потенціал фізичного виховання – встановлено, що найважливішими компонентами формування фізичної культури студентства є світогляд, потребнісно-мотиваційна сфера особистості, широта і глибина знань в галузі фізичної культури і її видів.

2. Охарактеризовано цінності фізичного виховання а саме: інтелектуальні, цінності рухового характеру, педагогічні технології, мобілізаційні, інтенційні, валеологічні. Вони складають взаємозалежну структуру цінностей, відбивають найбільш значущі для життєдіяльності людини і суспільства аспекти сучасного розуміння фізичної культури, що має, безсумнівно, велике значення в зв'язку з фізкультурним, валеологічним та соціальним вихованням студентської молоді.

3. Встановлено, що основним напрямом трансформації навчального процесу у ЗВО є формування нової системи уявлень про цінності фізичної культури як засобу всебічного виховання студентів в сучасних умовах. Це пов'язано з гуманізацією і демократизацією вищої школи, зі зверненням до загальнолюдських цінностей, до морального, інтелектуального, фізичного потенціалу особистості студента.

Список літератури

1. Гуляк, И.И. Проявления телесного бытия человека в рамках пространства культуры. Социально-гуманитарные знания. – 2007. – С. 108-117.
2. Ільченко, А. І. Ціннісне ставлення особистості до різних складових фізичної культури. Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді. – 2011, 15. – 431–438.
3. Смолякова И.Д. Современные методики валеологического воспитания // Физическая культура и спорт в системе высшего образования: материалы V Междунар. науч.-метод. конф. Организация, проблемы и методические основы учебного процесса на кафедрах физического воспитания в вузах. – Уфа: Изд-во УГНТУ. – 2017, Т. 1. – С. 237–240.
4. Стасюк Р.М. Педагогічні умови формування мотиваційно-ціннісного відношення студентів до фізичної культури. Слобожанський науково-спортивний вісник. – 2005. – С. 289-292.
5. Хашченко Н.В. Современный ценностный потенциал физической культуры и спорта. Современные тенденции в науке и образовании. – 2014. – С. 152–153.

ІСТОРІЯ ТА ТЕХНІКА СКАНДИНАВСЬКОЇ ХОДЬБИ

Багдасар'ян Сусанна Сергіївна

старший викладач

Шемонаєва Ульяна Ігорівна

студентка гр. ЕС-201

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

1609ulyana71@gmail.com

onpufv@ukr.net

Анотація: У цій статті йдеться про скандинавську ходьбу, техніку виконання даної вправи, історію її виникнення, користь та шкоду скандинавської ходьби, показання та протипоказання до виконання вправи та основні помилки під час її виконання. Мета роботи: актуалізація скандинавської ходьби як повноцінного виду спорту, доведення позитивного впливу даної фізичної активності на організм людей різного віку.

Ключові слова: скандинавська ходьба, користь, оздоровлення.

Скандинавська ходьба з палицями (північна ходьба, нордична ходьба, фінська ходьба) - своєрідний вид аматорського спорту, який представляє собою піші подорожі, під час яких при ходьбі спираються на спеціальні палиці, від яких віддалено нагадує лижні. Це відносно новий, що набирає популярність вид оздоровчої фізичної культури, який був запатентований фіном **Марком Кантану** в 1997 році під назвою «оригінальна скандинавська ходьба» [1].

Поява ходьби з палицями можна відрховувати з давніх часів, коли пастухи і паломники використовували палиці як підмога в умовах складного рельєфу. В лікувально-оздоровчих установах палиці також давно використовуються в лікувальній фізкультурі. Ближча до сучасного втілення версія, близько 1940 року, пов'язана з професійними лижниками Фінляндії, що прагнули підтримувати себе у формі поза лижного сезону. Вони здогадалися тренуватися без лиж, використовуючи біг з лижними палицями [2]. У 1988 році в США видання Exerstrider представило палиці для ходьби і описало техніку ходьби. У цього виду мало спільного з сучасною ходьбою з палицями: палиці дуже важкі і нагадують трекінгові палки з простим ремнем для руки (пізніше і без ремня). У 1997 році фірма **Exel Oy** виготовила і випустила на ринок перші палки для ходьби. В кінці 1997 року газета організувала перші курси ходьби з палицями в різних частинах Фінляндії. Ніхто не припускав, що рух з палицями без лиж може стати популярним, якби не випадок. У 1988 році 5 січня в Гельсінкі все ще не було снігу. Однак, група активістів-лижників вирішила все ж здійснити запланований лижний марш. Відсутність снігу присутніх не збентежило. Все зняли лижі, а палиці, навпаки, залишили і рушили вперед широким кроком. Через 9 років, в 1997 році, вся Фінляндія встала на палиці, і можна було вже говорити про новий вид фізичної активності. Це був справжній бум. В кінці 1990-х років ходьба з палицями переросла в самостійний вид спорту [4].

Скандинавська ходьба по інтенсивності і виду навантажень умовно ділиться на три рівні [3]: оздоровчий напрямок; фітнес; спорт. Для людей похилого віку, особливо категорії «пацієнти», ідеально підходить рівень – оздоровлення. Рідше, у випадках, коли займається в минулому був спортсменом – можна пробувати більш інтенсивний рівень: фітнес. Не рекомендується займатися самостійно без інструктора, так як без спеціальних знань неправильно підібраний інвентар, а також невірно розподілені навантаження можуть завдати шкоди здоров'ю.

Не секрет, що сидячий спосіб життя тягне за собою масу негативних наслідків для здоров'я людини. Зайва вага, скачки артеріального тиску, варикозне розширення вен,

цукровий діабет - найпоширеніші прояви нестачі рухової активності. Неправильне, незбалансоване харчування, споживання більшої кількості калорій, ніж необхідно організму людини, додатково ускладнюють ситуацію. Скандинавська ходьба ефективно бореться з гіподинамією і її наслідками. Для рівня «фітнес» крім безпосередньо ходьби розроблений цілий комплекс вправ з палицями, спрямований на зміцнення і розтягнення м'язів і зв'язок.

Скандинавська ходьба – один з найдоступніших видів рухової активності, який, як уже було сказано вище, завдяки варіативності навантажень може використовуватися людьми майже будь-якого віку і стану організму [5, 6]:

- лікарі ЛФК часто використовують ходьбу з палицями при роботі з пацієнтами після операцій на опорно-руховий апарат і серцево-судинну систему;
- скандинавська ходьба успішно реалізує вирішення питань при реабілітації спортивних травм у професійних спортсменів;
- дослідження показали, що даний вид ходьби ефективно і м'яко знижує вагу займається при такій необхідності. Зайві кілограми згубно впливають на стан хребта і суглобів нижніх кінцівок;
- палиці додають додаткові точки опори і тим самим знімають навантаження з колінного і тазостегнового суглобів, переносячи її на руки. Таким чином, схуднення відбувається максимально безпечно;
- ходьба з палицями вимагає виконання певної техніки і підтримки постави. Рівна спина, трохи піднятий підборіддя, впевнена широка хода привертають позитивне увагу інших людей;
- як і будь-яка кардіотреніровка, скандинавська ходьба ефективно тренує судини і серце;
- при регулярних заняттях можна спостерігати поступову нормалізацію артеріального тиску;
- у хворих на цукровий діабет знижується рівень глюкози в крові;
- спостерігається поліпшення загального фізичного та психоемоційного стану.

Шкода: по-перше, якщо висота палиць підібрана невірно; занадто короткі палиці не принесуть ніякої користі, бо не дадуть виконувати правильно технічні елементи при ходьбі, а за допомогою більш високих палиць можна збільшити навантаження на м'язи верхніх кінцівок, плечового пояса і спини – і в цьому випадку слабо підготовлений спортсмен ризикує отримати в кращому випадку перетренованість, а в гіршому – травму опорно-рухового апарату. По-друге, перші кроки в освоєнні техніки скандинавської ходьби займаються роблять самостійно, без будь-якої розробленої фахівцем індивідуальної програми занять з урахуванням всіх особливостей організму спортсмена. Іноді подібні експерименти закінчуються загостреннями хронічних захворювань, підвищенням артеріального тиску і в цілому погіршенням самопочуття.

Показання [7]: гіподинамія, зайва вага. Скандинавська ходьба строго під наглядом лікаря і лікарів ЛФК показана в якості профілактики, лікування та реабілітації при:

- ряді захворювань серцево-судинної системи;
- цукровому діабеті 2 типу;
- хворобах опорно-рухового апарату (остеохондроз, артроз, артрит, остеопороз);
- при легких формах нервових і психічних захворювань.

Протипоказання [7]. Існує ряд протипоказань до скандинавської ходьби:

- при легких формах нервових і психічних захворювань.
- ГРЗ і ГРВІ;
- недавно перенесені інфаркт або інсульт;
- загострення тромбофлебиту;
- важкі порушення серцевого ритму;

- аневризми серця і аорти;
- глаукома;
- підвищені температура тіла і артеріальний тиск.
- можливості виникнення кровотеч;
- цукровий діабет важкої форми;
- легенева недостатність із значним зменшенням життєвої ємності легенів.

Щоб освоїти техніку скандинавської ходьби, достатньо 5-7 занять з інструктором [6]:

- кисті рук повинні бути зафіксовані в темляком палиць. Для цього в скандинавській ходьбі використовуються тільки темляки типу «капкан»;
- при ходьбі руху рук і ніг повинні бути в протихід один до одного;
- лікті і коліна залишаються м'якими, але при цьому здається простою,
- долоні при відштовхуванні палицями від опори повинні заходити за корпус;
- руки працюють від плеча, як маятник;
- спортсмен повинен пам'ятати про поставу і зведені ззаду лопатки;
- рух стоп має бути плавним.

Нога виноситься вперед і ставиться на п'яту, поступово переходить на центр стопи і через центр на пальці. Не слід забувати про поштовх пальцями стопи від опори. Чим рівномірніше розподіляється навантаження по стопі, тим фізіологічніше і безпечніше руху.

Дихання при скандинавській ходьбі: найбільш ефективним і правильним ритмом дихання вважається співвідношення вдиху і видиху 2: 3 (2 кроки - вдих і 3 кроки - видих) [3, 4].

Основні помилки при скандинавській ходьбі [2, 7]:

- Перша і головна помилка - починати ходити без розминки. Це підвищує ризик травм і загострення хронічних захворювань;
- недостатній винос кисті перед собою і за корпус;
- роботу рук від ліктя, а не від плеча;
- нахил тулуба більше, ніж нахил передньої палиці;
- напівзігнуті ноги;
- відсутність поштовху палицею від опори (землі) - так зване проволока палиць;
- і, звичайно ж, фаза польоту (біг замість ходьби);
- в цілому, це основні базові помилки, які допускаються спортсменами і оцінюються спортивними суддями на змаганнях.

Список літератури:

1. [Електронний ресурс]: https://ru.wikipedia.org/wiki/Скандинавская_ходьба
2. [Електронний ресурс]: <https://www.championat.com/lifestyle/article-4239907-skandinavskaya-hodba-dlya-vosstanovleniya-i-vozvrascheniya-k-sportu-sovety-instruktora.html>
3. [Електронний ресурс]: <https://www.stomatolog9.by/informatsiya/zozh/784-skandinskay-hodba>
4. [Електронний ресурс]: <http://kinerapy.ru/info/pokazaniya-i-protivopokazaniya-dlya-skandinavskoy-khodby/>
5. [Електронний ресурс]: <http://gocb.by/health/skandinavskaya-hodba-s-palkami-polza-protivopokazaniya.html>
6. [Електронний ресурс]: <https://marathonec.ru/skandinavskaya-hodba/>
7. [Електронний ресурс]: <https://finland.fi/ru/zhizn-i-obshhestvo/skandinavskaya-hodba-podhodit-vsem/>

ЛІКУВАЛЬНЕ ПЛАВАННЯ ПРИ СКОЛІОЗІ

Калиниченко Ольга Миколаївна

старший викладач

Валько Вікторія Вікторівна

студент гр. АД-203

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

boginya.pegarogov@jmal.com

olga_kalinichenko@ukr.net

Анотація. Сколіоз – прогресуюче захворювання, що характеризується дугоподібним скривленням хребта у фронтальній площині та скручування хребта у вертикальній осі – торсія. Лікувальне плавання займає значне місце у лікуванні сколіозу [5]. Вчасно плавання забезпечується природне розвантаження хребта. При виконанні грибоквих рухів послідовно залучаються до роботи майже всі м'язові групи, зникає асиметрична робота міжхребетних м'язів. Одночасно зміцнюються м'язи живота, спини та кінцівок, удосконалюється координація рухів.

Ключові слова: сколіоз, скривленням хребта, координація рухів

Дослідження довели [1], що основним стилем плавання при лікуванні сколіозу є брас на грудях с подовженою паузою ковзання, в час який хребет максимально витягується, а м'язи тулуба статично напружені, а плечовий пояс розташовується паралельно поверхні води та перпендикулярно руху, рухи рук та ніг симетричні та виробляються в одній площині. Плавання стилем кроль на грудях, батерфляй та дельфін в чистому вигляді застосовувати у лікувальному плаванні не можна. Проте можуть застосовуватись елементи цих стилів. Підбір плавальних вправ враховує ступінь сколіозу.

При сколіозі I ступені використовують тільки симетричні плавальні вправи: брас на грудях, кроль на грудях для ніг. При сколіозі II та III ступенів задача корекції деформації диктує застосування асиметричних вихідних положень [4]. Плавання у позі корекції після освоєння техніки брасом на грудях має зайняти по зайнятості (40...50)% часу заняття. Це значне знімає навантаження з увігнутий стороні дуги викривлення хребта. При сколіозі IV ступеня сколіозу на першій план висувається задача не корекції деформації, а покращення загального стану організму, функціонального стану серцево-судинної системи та дихальної системи. У зв'язку з цим, як правило, використовується симетричне плавання [1, 2].

Особлива увага приділяється дихальним вправам. Для тренування та підвищення силової витривалості м'язів індивідуально вводиться плавання на коротких швидкісних відрізках під суворим контролем. Особливо важливе серцево-судинної системи удосконалювати техніку плавання у хворих, що мають симптоми нестабільності хребта. Якщо кут викривлення хребта на рентгенограмах у положенні лежачи та стоячи дуже відрізняється, необхідно максимально виключити при плаванні рухи хребта в перпендикулярному напрямку та обертання хребта [6]. При сколіозі II – III степені вихідне положення корекції підбирається строго індивідуально у залежності від от типа сколіозу. Наприклад, при грудному типі сколіозу з вершиною на 8...9-му хребця для зниження компресії з увігнутою стороною дуги використовують асиметричне вихідне положення для плечового поясу: рука з увігнутою стороною сколіозу виноситься при плаванні уперед [6]. При поперековому типі (вершина дуги 2...3 поперековому хребцях), грудно-поперековому типі (вершина на 12-м грудному, чи 1-м-у поперековому хребцях) сколіозу для корекції дуги можуть бути використані асиметричні вихідні положення для тазового поясу: при плаванні нога с з опуклою сторони поперекової дуги відводиться з фіксацією таза на дошці [3]. При

комбінованому типі сколіозу з двома поперечними дугами (грудної та поперекової) особиста увага приділяється корекції грудної дуги. Для більшого ефекту заняття лікувальним плаванням при сколіозі заняття поєднуються загально-розвивальними, дихальними та спеціальними вправами, які виконують на суші та у воді у підготовчий та основний частині заняття. Особливу користь приносять спеціальні вправи. Вони можуть бути симетричними, асиметричними, де торсійними [1, 4, 5]. Симетричні вправи не порушують виникнути компенсаторних пристосувань і не приводять до розвитку протидії викривлення. Важливою перевагою цих вправ є простота їх підбора та методика проведення, яка не вимагає обліку складних біомеханічних умов роботи деформованого хребетного рухового сегменту. Та окремих частин опорно-рухового апарату [6]. Асиметричні коригуючі вправи використовуються з метою зменшення сколіотичного викривлення. Вони підбираються індивідуально та впливають на патологічну деформацію локально. Асиметричні вправи тренують ослаблені та розтягнуті м'язи. Наприклад, з вихідного положення стоячи, руки продовж тулубу, ноги на ширині плечей виконуються наступні вправи:

1) на стороні опускається передпліччя, плече повертається назовні, при цьому лопатка приводиться до середньої лінії, а у момент приведення лопатки відбувається корекція ребрового вибухання;

2) на протилежному боці грудного сколіозу піднімається передпліччя та плече повертається вперед і всередину, а лопатка при цьому грудного сколіозу відтягується назовні. В цьому русі беруть участь передпліччя, плече та лопатка. Поворот тулуба не допускається.

Для студентів, які страждають сколіозом і які займаються коригуючим плаванням велике значення мають дихальні вправи, так як у них слабо розвинена, а нерідко деформована грудна клітка. Грудну клітину розвивають за допомогою спеціальних дихальних вправ. При цьому вона збільшується в об'ємі, а отже, збільшується життєва ємкість легенів. Застосовується грудне дихання. Нерідко хворі, які захоплюються рухом, забувають про дихання та затримують його. З цієї причини для занять лікувальним плаванням обов'язково необхідний інструктор.

Висновок. При сколіозі I ступеня, поряд з загально-розвиваючими та дихальними вправами використовують симетричні коригуючі вправи. Асиметричні вправи використовуються індивідуально. При сколіозі II ступеня у заняттях лікувальним плаванням також мають перевагу загально-розвиваючі, дихальні симетричні вправи. При сколіозі III – IV ступенів використовується весь арсенал фізичних вправ. Потрібно пам'ятати, що при сколіозах протипоказані фізичні вправи, які збільшують гнучкість хребта (нахили, скручування, повороти).

Список літератури:

1. Бородич, Л. А. Заняття плаванням при сколіозе у дітей і подростков / Л. А. Бородич, Р. Д. Назарова. – М. : Медицина, 2005. – 76 с.
2. Спортивное, прикладное и лечебное плавание: пошаговое руководство по обучению плаванию : учеб.-метод. пособие / Т. И. Величко [и др.]. – М. : Академии естествознания, 2013. – 102 с.
3. Епифанов, В. А. Лечебная физическая культура и спортивная медицина / В. А. Епифанов. – М. : Медицина, 1999. – 304 с.
4. Козурман, А. Н. Плавание в системе оздоровления и реабилитации студентов с ограниченными возможностями здоровья : учеб.-метод. пособие / А. Н. Козурман, Е. М. Голикова. – Оренбург : Детство, 2011. – 124 с.
5. Красикова, И. С. Сколиоз. Профилактика и лечение / И. С. Красикова. – М. : Медицина, 2011. – 192 с.
6. Радченко, В. А. Практикум по стабилизации грудного и поясничного отделов позвоночника / В. А. Радченко, Н. А. Корж. – Харьков : Прапор, 2004. – 157с.

ВДОСКОНАЛЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ В ЗВО НА РОЗВИТОК РОЗУМОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СТУДЕНТІВ

Ладишкова Олена Юріївна

старший викладач

Апенько Дарина Василівна

студент гр. ФВС-191

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

onpufv@ukr.net

Анотація. Цілісність людської особистості виявляється насамперед у взаємозв'язку і взаємодії психічних і фізичних сил організму. Формування людини на всіх етапах його еволюційного розвитку проходило у нерозривному зв'язку з активною м'язовою діяльністю. При виконанні фізичних вправ від робочих м'язів, суглобів і зв'язувань у центральну нервову систему, зокрема, у кору головного мозку, надходить велика кількість сигналів, щосвоєю чергою, з центральної нервової системи направляються до усіх внутрішніх органів. Вплив рухової активності на наш настрій і розумову працездатність часто буває більше, ніж це здається на перший погляд. На жаль, програмою по фізичному вихованню у ЗВО передбачено занадто мало часу для занять фізичною культурою. Необхідні самостійні систематичні заняття фізичною культурою і спортом. Для нормального функціонування організму кожній людині необхідний визначений мінімум рухової активності.

Ключові слова: психічні і фізичні сили організму, м'язи, суглоби, зв'язування.

Нині склався деякий стереотип сприйняття фізичної культури як явища примітивного і цілком розробленого. Однак далеко не кожний розбирається у сутності керування біологічним у людині, але очевидно, що фізична вправа впливає головним чином саме на біологічні функції. Будь-яке фізичне навантаження – це внесок у формування людини, а система фізичних навантажень – могутній керуючий вплив на біологічні, психологічні й інші можливості людини, що реалізуються через соціальні фактори. Таким чином, фізкультурне знання глобальнесвоїми масштабами та відзначено величезною кількістю "білих плям". Одним з таких недостатньо досліджених питань є вивчення впливу фізичної культури, і фізичної підготовки зокрема на розумову працездатність учнівської молоді.

Ціль роботи складається у виявленні можливостівдосконалення системи фізичного виховання ЗВО шляхом застосування впливу занять фізичними вправами на розумову працездатність студентів.

Завдання:

1. На основі аналізу літературних даних виявити об'єктивні та суб'єктивні фактори навчання і реакції на них організму студентів.

2. Провести аналіз успішності навчальної діяльності у тих що займаються і не займаються фізичними вправами студентів і підібрати показники кількісного визначення розумової працездатності.

3. Оцінити можливостівдосконалення системи фізичного виховання студентів ЗВО шляхом застосування занять різними фізичними вправами, які мають позитивний вплив на розумову працездатність студентів у ЗВО різного профілю.

У процесі розв'язання основних задач дослідження нами були використані різні методи і приватні методики:

- вивчення ретроспективної інформації з проблем дослідження;
- оцінка мотивації і мотивів занять фізичною культурою і спортом;

- визначення впливу різних форм і методів організації занять нетрадиційними видами спорту на динаміку РА студентів ЗВО;
- бесіди, опитування й анкетування учасників педагогічних спостережень;
- математична обробка фактичного матеріалу і його наступний аналіз і оцінка.

Об'єктом досліджень були студенти Одеської державної академії будівництва та архітектури і ДУ «Одеській політехнік». Число випробуваних на різних етапах пошукового і констатуючого експериментів перевищувало **30 осіб**; у формуючому експерименті прийняло участь **28 осіб**.

Предметом досліджень були мотиви до занять різними видами фізичної культури і спорту, рекреативні заходи (**РЗ**) які застосовують студенти протягом навчання, а також рухова активність студентів і можливі шляхи її корекцій.

Для розв'язання поставлених задач були використані наступні **методи дослідження**:

1. Аналіз і узагальнення літературних даних.
2. Педагогічні спостереження в процесі навчальних занять фізичним вихованням.
3. Педагогічний експеримент, що констатує.
4. Аналіз успішності студентів на підставі записів у залікових книжках.
5. Самооцінка стану по модифікованій шкалі САН.
6. Методи математико-статистичної обробки результатів досліджень.

Дослідження були проведені у другому семестрі 2020 / 2021 навчального року на групі студентів 2-го і 3-го курсу ОДАБА і 1-2 курсі ДУ «Одеській політехнік» м. Одеси. Усього у дослідженнях брало участь **28 осіб**: **11** юнаків і **17** дівчин.

Обстеження було проведено у 2 етапи. На **першому** – фіксувалися самооцінки в умовах звичної життєдіяльності, тобто, без внесення експериментального фактора. Тривалість етапу – 1 тиждень. Студентам було запропоновано протягом одного тижня проводити аналіз самооцінки до занять і після занять. Виявлялася динаміка самооцінки протягом навчальних днів і тижня. На **другому етапі**, починаючи з другого тижня, для частини студентів були введені додаткові заняття з фізвиховання проведені або ранком, або ввечері (секція Чирлідінгу). Наприкінці місяця була проведена повторна щоденна перевірка стану самооцінки. (Самооцінка була провірена для тієї частини студентів, для якої були введені додаткові заняття). Результати досліджень були оброблені методами математичної статистики. При дослідженні студентів виявлене наступне. У студентів у віці 17...18 років до 2-го курсу навчання відзначається тенденція (незалежно від характеру фізичного виховання) до збільшення м'язової сили і життєвої місткості легень, що мається на увазі безперервними віковими змінами, але надалі показники фізичного розвитку у частини студентів погіршуються, що збігається з припиненням занять спортом, особливо на старших курсах.

Зазначений факт цілком зрозумілий, тому що основна частина студентів на молодших курсах знаходиться у віці подальшого розвитку організму і завершення формування основних властивостей особистості, до того ж вони більш активно включаються й у різні спортивні заходи. На жаль, на старших курсах багато студентів залишають заняття спортом і це негативно позначається на фізичній і психоемоційній стійкості їхнього організму.

Позитивний вплив методів фізичного виховання і спорту на стійкість різних систем організму і розумову працездатність студентів безперечно. Поряд з безсумнівно позитивним впливом спортивних занять на розумову працездатність студентів, можливо і негативний вплив за умови, якщо фізична підготовка по своєму навантаженню і планомірності неадекватна індивідуальним фізіологічним можливостям, створює дефіцит навчального часу, тобто необхідні подальші дослідження.

Висновки. До найважливіших об'єктивних факторів навчання відносяться:

- суперечність між великим обсягом навчальної і наукової інформації, дефіцитом часу на її освоєння;

- між прагненням до самостійності у доборі знань з урахуванням особистих інтересів і твердих рамок навчального плану і навчальних програм.
- різко відрізняються від шкільних методи й організація навчання, що вимагають значного підвищення самостійності в оволодінні навчальним матеріалом;
- супутні надходженню у ЗВО нові турботи, (самообслуговування, самостійне ведення бюджету, планування й організація свого навчального і вільного часу й ін.).

Аналіз результатів здачі екзаменаційних сесій (по залікових книжках), показав, що студенти що займаються регулярно спортом і фізичними вправами, як правило, устигають краще тих, хто не займається фізичними вправами.

Однієї з усіх існуючих методик оцінки розумової працездатності можна рекомендувати модифіковану методику САН, із введенням самооцінки працездатності.

Список літератури

1. Анулова М.Ф. Физкультурная пауза для работников умственного труда // Теория и практика физической культуры. – 1960. – № 3. – С. 18–20.
2. Асеев Ю.М., Володарский Д.А., Юсов Е.П. Производственная гимнастика для работников умственного труда. – М. : Физкультура и спорт, 1963. – 74с.
3. Бачериков Н.Е. Психогигиена умственного труда учащейся молодежи / Н.Е. Бачериков, М.П. Воронцов, Э.И. Добромилъ. – Киев : Здоровья, 1988. – 168 с.
4. Смоленский В., Менхин Ю., Силин В. Гимнастика в трех измерениях. – М.: Физкультура и спорт, 1968. – 204 с.
5. Плахтий П.Д., Босенко А.И., Макаренко А.В. Физиология физических упражнений – Каменец-Подольский. – 2015. – 268 с.
6. Иссурин В.Б. Подготовка спортсмена XXI века. Научные основы и построение тренировки, «Спорт» . – 2016. – 464 с.

ГНУЧКІСТЬ І ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЇЇ РОЗВИТОК

Гресва Віра Іванівна

старший викладач

Баженова Анна Ігорівна

студент гр. АТ-181

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

onpufv@ukr.net

annabazenovanka@gmail.com

Анотація. В роботі розмислено і розкрита сутність гнучкості. Розповідається про позитивний вплив гнучкості на загальний стан організму. Якщо не розвивати гнучкість, то істотно збільшиться спортивний травматизм і освоєння нових технічних вправ буде більш складним.

Ключові слова: фізична культура, гнучкість, здоровий спосіб життя, стан організму, м'язи, фізична підготовка, амплітуда рухів, суглоби.

Гнучкість – це одне з п'яти основних фізичних якостей людини. Вона характеризується ступенем рухливості ланок опорно-рухового апарату і здатністю виконувати рухи з великою амплітудою [5]. Це фізичне якість необхідно розвивати з самого

раннього дитинства і систематично. Зовнішнє прояв гнучкості відбиває внутрішні зміни в м'язах, суглобах, серцево-судинній системі.

Недостатня гнучкість призводить до порушень в поставі, виникненню остеохондрозу, відкладенню солей, змінам в ході. Недостатній аналіз гнучкості у спортсменів призводить до травмування, а також до недосконалої техніки. Для успішного розвитку гнучкості, перш за все, необхідна теоретична обґрунтованість питання [3]. Особливості гнучкості мають свою специфіку в залежності від роду діяльності. У професійній фізичній підготовці і спорті гнучкість необхідна для виконання рухів з великою і граничною амплітудою. Недостатня рухливість в суглобах може обмежувати прояв якостей сили, швидкості реакції і швидкості рухів, витривалості, збільшуючи енерговитрати і знижуючи економічність роботи, і часто призводить до серйозних травм м'язів і зв'язок. Сам термін гнучкість зазвичай використовується для інтегральної оцінки рухливості ланок тіла. Якщо ж оцінюється амплітуда рухів в окремих суглобах, то прийнято говорити про рухливість в них. В теорії і методиці фізичної культури гнучкість розглядається як багатофункціональна властивість опорно-рухового апарату людини, що визначає межі рухів ланок тіла [1].

Розрізняють дві форми її прояву: активну, яка характеризується величиною амплітуди рухів при самостійному виконанні вправ завдяки своїм м'язовим зусиллям; пасивну, характеризується максимальною величиною амплітуди рухів, що досягається при дії зовнішніх сил (за допомогою партнера або обтяження). У пасивних вправах на гнучкість досягається більша, ніж в активних вправах, амплітуда рухів. Різницю між показниками активної і пасивної гнучкості називають резервною розтяжністю або запасом гнучкості. Розрізняють також загальну і спеціальну гнучкість. Загальна гнучкість характеризує рухливість у всіх суглобах тіла і дозволяє виконувати різноманітні рухи з великою амплітудою. Спеціальна гнучкість - гранична рухливість в окремих суглобах, що визначає ефективність спортивної або професійно-прикладної діяльності [2].

Розвивають гнучкість за допомогою вправ на розтягування м'язів і зв'язок. У загальному вигляді їх можна класифікувати не тільки по активній, пасивній спрямованості, а й за характером роботи м'язів. Розрізняють динамічні, статичні, а також змішані статодинамічні вправи на розтягування. Спеціальна гнучкість купується в процесі виконання певних вправ на розтягнення м'язово-зв'язкового апарату. Залежить гнучкість від багатьох факторів і, перш за все, від будови суглобів, еластичних властивостей зв'язок і м'язів, а також від нервової регуляції тону м'язів. Також вона залежить від статі, віку, часу доби (вранці гнучкість знижена) [4].

Гнучкість залежить від: будови суглобів; еластичності м'язів, зв'язок, суглобових сумок; психічного стану; ступеня активності розтягнаних м'язів; розминки; масажу; температури середовища і тіла; добової періодики; віку; рівня силової підготовленості; вихідного положення тіла і його частин; ритму руху; попереднього напруження м'язів [5].

Висновок. Гнучкість – це інтегральна оцінка рухливості ланок тіла. Розрізняють дві форми її прояву: активну, яка характеризується величиною амплітуди рухів при самостійному виконанні вправ, завдяки своїм м'язовим зусиллям; пасивну, характеризується максимальною величиною амплітуди рухів, що досягається при дії зовнішніх сил.

Розрізняють також загальну і спеціальну гнучкість. Загальна характеризує рухливість у всіх суглобах тіла і дозволяє виконувати різноманітні рухи з великою амплітудою. Спеціальна гнучкість - гранична рухливість в окремих суглобах, що визначає ефективність спортивної або професійно-прикладної діяльності.

Розвивають гнучкість за допомогою вправ на розтягування м'язів і зв'язок. У загальному вигляді їх можна класифікувати не тільки по активній і пасивній спрямованості, а й за характером роботи м'язів. Розрізняють динамічні, статичні, а також змішані статодинамічні вправи.

Список літератури

1. Присяжнюк С.І. Фізичне виховання. Навч. пос. / С.І. Присяжнюк В.П. Краснов, М.О. Третьяков, Р.Т. Раєвський, В.Й. Кійко, В.Ф. Панченко. – К. : Центр учбової літератури, 2007. – 192 с
2. Теорія і методика фізичного виховання: підруч. Для студ. Вищ. Навч. Закл. Фіз. виховання і спорту: у 2 т. / [За ред. Т. Ю. Круцевич]. – [2-ге вид., переробл. Та доп.]. – К. : Національний університет фізичного виховання і спорту України, вид-во «Олімп. Л-ра», 2017. Т.1 Загальні основи теорії і методики фізичного виховання. – 384 с.
3. Теорія і методика фізичного виховання: підруч. Для студ. Вищ. Навч. Закл. Фіз. виховання і спорту: у 2 т. / [За ред. Т. Ю. Круцевич]. – [2-ге вид., переробл. Та доп.]. – К. : Національний університет фізичного виховання і спорту України, вид-во «Олімп. Л-ра», 2017. Т.2 Методика фізичного виховання різних груп населення. – 384 с.
4. Шиян Б.М. Теорія і методика фізичного виховання школярів: навч. посіб.: в 2 ч. Ч. 2 / Б.М. Шиян, І.О. Омеляненко. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2012. – 304 с.
5. Платонов В. Н. Гнучкість спортсмена і методика її вдосконалення / В.Н. Платонов, М.М.Булатов. – Київ. – 2015.

РОЛЬ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В ЖИТТІ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ

Зазімко Надія Степанівна

старший викладач

Плетос Денис Сергійович

студент гр. КД-181

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

n.s.zazimko@opu.ua

plietos.7384518@stud.opu.ua

Анотація: У суспільстві фізкультура є найважливішим засобом виховання нової людини, гармонійно поєднує в собі духовне багатство, моральну чистоту і фізичну досконалість. Особливо на даний момент коли більша частина людей не веде активної фізичної активності. Вона сприяє підвищенню соціальної та трудової активності людей, економічної ефективності виробництва.

Ключові слова: культура, фізична культура, система, здоров'я, перетворення, захворювання, режим.

У найбільш вживаному сенсі культура – це спосіб і результат перетворювальної діяльності людини (або суспільства), спрямований на перетворення природи для задоволення людських потреб.

Фізична культура – спосіб і результат перетворювальної соціальної діяльності людини, спрямований на перетворення його власної природи т. ч. фізичної досконалості в процесі усвідомленої рухової активності. Фізична культура – складна соціальна система. Високий рівень особистої фізичної культури перш за все підіймає стійкість організму до різного роду захворювань, істотно знижує темп старіння, збільшує професійне і активне довголіття. Встановлено, що заняття фізичною культурою значно зменшують терміни загострення гіпертонічної хвороби, хронічного холециститу, неврозів та інших захворювань сприяють зменшеною повторних захворювань.

З узагальнених даних О. А. Іванько отриманих на підприємствах України, в результаті системних занять фізичною культурою і спортом знижуються трудові витрати,

пов'язані з хворобою (у молоді на 85%, у осіб середнього і страшкового віку в 4...5 разів). Середньостатистичні витрати робочого часу на одного працівника скорочуються на 5...7 днів на протязі року. У тих, хто займається фізичною культурою 6-8 годин на тиждень витрати робочого часу через хворобу скорочуються 35%.

Як відомо на захворюваність людини впливають багато чинників: харчування, спадковість, умови праці, якість лікування і оточуючого довкілля і т. д. Однак частка впливу фізичної культури, за даним вчених вирішальна. Вона становить (30...40)% за умови зайнятості 6...8 годин в тиждень. Заняття фізичною культурою ефективно сприяють підвищено професійної працездатності. За неодноразове перевірними даними активні заняття фізичною культурою в оптимальному режимі рухової активності (6...8 годин на тиждень), включаючи «виробничу культуру», збільшують професійну працездатність в середньому на 10%, це адекватно впливає збільшенню продуктивності праці на 0.5%.

Приклад батьків допомагає прищепити дітям інтерес до фізичної культури і спорту, правила здорового способу життя, передати їм фізкультурні і спортивні вміння та навички. Це також в значній мірі сприяє зміцненню здоров'я дітей, поліпшення їх фізичного розвитку і фізичної підготованості. Розглядати можливості фізичної культури на людину, тільки з позиції відтворення і зокрема трудових ресурсів, було б дуже неправильно. Не менш важливо врахувати вплив фізичної культури на духовний та моральний розвиток особистості. На думку вчених і практиків, фізична культура дає і прямий виховний ефект, привчає до внутрішньої дисципліни, дотримання режиму дня, долучає до здорового способу життя, прищеплює корисні навички ефективної життєвої діяльності.

Висновок. Впливаючи на фізичну природу людини, фізична культура сприяє розвитку його життєвих сил і загальну дієздатність. Це в свою чергу, сприяє вдосконаленню духовної можливості і в кінцевому підсумку призводить до всебічного і гармонійного розвитку особистості.

Таким чином, роль фізичної культури у формуванні основних якостей і властивостей особистості дуже велика. Людина повинна вміти абстрактно мислити, виробляти загальні положення і діяти відповідно до цих положень. Але недостатньо просто вміти міркувати і робити висновки, необхідно вміти застосовувати їх у житті, досягати поставленої мети, долаючи перешкоди, що зустрічаються на шляху. Це може бути тільки при правильній фізичній освіті.

Список літератури

1. Соціальні та біологічні основи фізичної культури : Навчальний посібник / Відп. ред. Д. Н. Давиденко. – СПб, 2001. – 208 с.
2. Іванько О. А. Фізична культура і спорт як соціальна сфера діяльності людини / О. А. Іванько // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2004, № 18. – С. 138–143.
3. Компаниец Ю. А. Философия физической культуры или физическая культура философии? // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports. – 2009, №7.
4. Пархаева О.В., Судакова Ю.Е. Лечебная физическая культура как элемент физической культуры обучающихся // Научная Идея. – 2017, №1.
5. Зиновьев Н. А. Физическая культура и стресс // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2011, №1.

ПРАКТИЧНА ХАРЧОВА СТРАТЕГІЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПРИ САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТТЯХ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ

Загурський Олександр Мілентійович

старший викладач

Небож Ігор Віталійович

старший викладач

Кулагіна Вікторія Олександрівна

студент гр. ХТ-192

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

onpufv@ukr.net

Анотація. В роботі розглянуто варіанти харчової стратегії при анаеробних навантаженнях; під час відновлення після фізичного навантаження, у варіанті задоволення потреб організму в мікроспоживних речовинах. Наведені методичні вказівки до споживання вуглеводів, жирів, білків, антиоксидантів та мікроелементів.

Ключові слова: спортивне харчування, фізичне виховання, спорт, студенти.

Головним джерелом енергії є вуглеводи і жири. При виконанні фізичного навантаження невеликої інтенсивності організм використовує кисень для їх окислення і утворення енергії, необхідної для роботи м'язів. Цей метод виникнення енергії називається аеробним метаболізмом. Внесок жирів в виробництво енергії становить більше половини. Організм зі збільшенням інтенсивності фізичного навантаження для утворення енергії більше використовує запаси вуглеводів, найменше «покладаючись» на аеробний метаболізм. Це анаеробний метаболізм. В організмі є невеликий запас креатинфосфату, який може піддатися розщепленню, проте велика частина анаеробної енергії утворюється в результаті перетворення вуглеводів в молочну кислоту.

Якщо інтенсивність фізичного навантаження зростає, настає момент, коли організм не може збільшити споживання кисню. Це так званий рівень максимального споживання кисню. Після досягнення цього рівня, наприклад на спринтерських дистанціях, освіта енергії здійснюється тільки анаеробним шляхом і єдиним джерелом енергії служать вуглеводи. Фізичні тренування дозволяють збільшити здатність м'язів споживати більше кисню з крові. Підвищення рівня максимального споживання кисню призводить до збільшення частки аеробного шляху енергозабезпечення.

Споживання вуглеводів. Енергетична цінність 1 г вуглеводів дорівнює 4,1 ккал. Вуглеводи (з цукрів або крохмалю) розщеплюються в організмі на глюкозу і зберігаються у вигляді глікогену. Деяка кількість зосереджується в печінці, поки не виникне необхідність підвищити рівень вмісту глюкози в крові та забезпечити глюкозою мозок; більша ж частина глікогену зберігається безпосередньо в м'язах. Виснажливі фізичні навантаження призводять до виснаження запасів глікогену в організмі і можуть викликати стомлення. Споживання продуктів харчування, що містять вуглеводи, заповнює запаси глікогену в організмі - організм сам не може перетворювати жири в вуглеводи. Найбільш повноцінними джерелами вуглеводів є: цукор, фрукти, рис, хліб, картопля, кондитерські вироби та солодкі напої.

Багато продуктів харчування, що містять вуглеводи, щодо «об'ємні» в порівнянні з продуктами, багатими жирами. Тому споживання продуктів харчування, що містять вуглеводи, не тільки допомагає задовольнити енергетичні потреби організму спортсмена, але і дозволяє уникнути небажаного збільшення маси тіла.

Спортсмени повинні споживати значно більше вуглеводів, ніж менш активні фізичні люди. Вуглеводи мають особливе значення для спортсменів, що займаються видами спорту,

які вимагають прояву витривалості. Занадто низький рівень вмісту м'язового глікогену негативно впливає на фізичну діяльність і під час переборення коротких дистанцій. Тому спортсменам, які виступають на цих дистанціях, рекомендується споживати їжу, що містить велику кількість вуглеводів. Високі рівні м'язового глікогену мають велике значення при проведенні занять спринтерській спрямованості, коли між численними повтореннями передбачені короткі проміжки відпочинку.

- Споживання вуглеводів в обсязі 60% щоденних витрат енергії цілком достатньо для задоволення потреби організму в енергії під час інтенсивних тренувальних занять.

- Напередодні збільшення тренувального навантаження або перед змаганнями (в циклічних видах спорту) рекомендується на кілька днів збільшити споживання вуглеводів до (60...70)% загальної кількості енергії.

Вуглеводна «навантаження» здійснюється поступовим зниженням кількості занять за тиждень до змагань і збільшенням вмісту вуглеводів в раціоні харчування до 70% загальної кількості енергії в останні три дні перед змаганнями. При дуже обмеженому енергетичній цінності споживаної їжі показник енергії (60...70)% за рахунок енергії вуглеводів може виявитися недостатнім. У зв'язку з цим рекомендується використовувати абсолютні показники щодо одиниці маси тіла (тобто грам вуглеводів на кг маси тіла⁻¹).

Як показали результати обстежень, багато спортсменів споживають недостатню кількість вуглеводів. Одна з причин полягає в тому, що вони приймають «об'ємну» їжу, що містить вуглеводи і велика кількість клітковини, що створює відчуття насиченості шлунку, ні задовольняючи повністю потреби організму у вуглеводах. Деякі спортсмени марно відмовляються від споживання продуктів та напоїв, що містять багато цукру і представляють собою більш «компактний» джерело вуглеводів і енергії; деякі спортсмени помилково вважають їх «шкідливими». Разом з тим, як показують результати досліджень, вуглеводна «навантаження» за допомогою кондитерських виробів і рису досить ефективна для збільшення витривалості бігунів на довгі дистанції.

Відновлення після фізичного навантаження. Головне завдання після завершення тривалої виснажливої фізичного навантаження – забезпечення дегідратації з подальшим заповненням запасів вуглеводів. Найвища інтенсивність ресинтезу глікогену печінки і м'язів спостерігається відразу ж після тривалої виснажливої фізичного навантаження при низьких запасах вуглеводів в організмі. Зазвичай рекомендують споживати (0,7...1,5) г вуглеводів * кг маси тіла⁻¹ в перші 30 хвилин після завершення виконання фізичного навантаження, для досягнення повного відновлення протягом 24 год необхідно споживати (9...10) г вуглеводів * кг маси тіла⁻¹. Споживання вуглеводів з високим або середнім глікемічним індексом забезпечує більш ефективне поповнення запасів м'язового глікогену, ніж споживання такого ж кількості вуглеводів з низьким глікемічним індексом.

Практична харчова стратегія. Для збільшення потреб у вуглеводах (і енергії):

- В основі споживаної їжі повинні бути продукти, що містять велику кількість вуглеводів;

- Використовуйте цукру і продукти, що їх містять, як «компактний» джерело вуглеводів.

- В особливих випадках споживайте напої, що містять вуглеводи або їжу з дуже високим вмістом вуглеводів;

- При підвищеній потребі організму у вуглеводах (і енергії) слід збільшити кількість прийом їжі, а не обсяг порцій.

- Вибирайте продукти харчування з високим вмістом вуглеводів і низьким вмістом волокна при високих потребах в енергії, а також при споживанні їжі безпосередньо перед виконанням фізичного навантаження;

- Споживайте їжу з високим вмістом вуглеводів протягом 30 хв після тривалого фізичного навантаження, щоб прискорити процес відновлення запасів глікогену в організмі;
- Споживайте вуглеводи під час тривалих періодів тренувальної та змагальної діяльності, коли організму потрібно додаткова кількість енергії;
- При приготуванні їжі майте під рукою список продуктів, що містять велику кількість вуглеводів.

Споживання жирів. Енергетична цінність 1 г жиру дорівнює 9,9 ккал. Як показали результати обстежень, багато спортсменів приймають їжу, що містить велику кількість жирів, що не дозволяє їм споживати рекомендовану кількість вуглеводів. Разом з тим не слід надмірно знижувати споживання жирів не тільки через важливого значення метаболізму жирів для утворення енергії, а й тому, що жири необхідні для підтримки гарного стану здоров'я спортсменів.

Джерела жирів – жири рослинного і тваринного походження, незбиране молоко і вершки, горіхове масло і риб'ячий жир. Незамінні жирні кислоти, які містяться в риб'ячому жирі і в деяких видах рослинного масла, повинні входити до складу будь-якого раціону харчування, тоді як насичені жири, які містяться, головним чином, в жирах тваринного походження, повинні складати не більше 10% загальної калорійності споживаної щоденної їжі. В організмі жир міститься в основному в жировій тканині. Деяка кількість жиру зосереджено в м'язових клітинах. Фізичні заняття циклової спрямованості підвищують процес метаболізму жирів в м'язах і таким чином під час фізичного навантаження обмін жирів забезпечує організм спортсмена великою кількістю енергії, ніж організм нетренованого людини. Раціон харчування з високим вмістом жирів також може підвищити метаболізм жирів, проте такий раціон харчування, як правило, не рекомендується.

Споживання білків. Енергетична цінність 1 г білків дорівнює 4,1 ккал. Довгий час помилково вважали, що споживання їжі з високим вмістом білків сприяє значному збільшенню силових можливостей людини тому, що м'яз сама по собі складається з білків. Як показують результати досліджень, потреби організму спортсменів в білках значно вище рекомендованої Всесвітньою організацією охорони здоров'я дози – $0,8 \text{ г на кг маси тіла}^{-1}$ – для «звичайних людей». Спортсменам, які займаються видами спорту, які вимагають прояву витривалості, рекомендується споживати $(1,2 \dots 1,4) \text{ г на кг маси тіла}^{-1} \cdot \text{добу}^{-1}$; цей показник забезпечує звичайна збалансована дієта; спортсмени, які займаються силовими, повинні споживати $(1,2 \dots 1,7) \text{ г на кг маси}^{-1} \text{ на добу}^{-1}$; спортсменам, які займаються силовими видами спорту, при проведенні дуже інтенсивних занять рекомендується споживати до 2 г білків на $\text{кг маси тіла}^{-1} \text{ на добу}^{-1}$. Збільшення споживання білків зазвичай досягається за рахунок підвищення калорійності їжі. Немає необхідності щодня споживати багато продуктів, що містять білки. Джерелами білків є м'ясо, молоко, сир, йогурт, птиця, риба, яйця, горіхи і боби.

Задоволення потреб організму в мікроспоживних речовинах. Вітаміни і мікроелементи відіграють важливу роль в метаболізмі енергії. Їх недолік може негативно вплинути на рівень фізичної діяльності. Вітаміни і мікроелементи містяться в багатьох продуктах, тому їх дефіцит дуже рідко зустрічається у людей, які споживають велику кількість їжі. Джерелами вітамінів і мікроелементів є фрукти, овочі, горіхи, риба, м'ясо, яйця, молочні продукти і злакові.

Антиоксиданти. Результати досліджень показують, що фізичні навантаження призводять до утворення вільних радикалів - складних з'єднань, що ушкоджують клітини в результаті окислення. В процесі тренувань відбувається посилення системи антиоксидантного захисту, разом з тим ще не відомо на скільки воно досить, щоб «впоралася» зі зростаючою кількістю вільних радикалів. Безсумнівно, що люди з недостатньо сильною системою антиоксидантного захисту більш сприйнятливі до негативного впливу вільних радикалів. З огляду на те що взаємодія між антиоксидантними та

фізичними навантаженнями недостатньо вивчено і через існуючий думки про безпеку споживання великих доз антиоксидантів, багато спортсменів споживають різні антиоксидантні препарати в якості своєрідної «запобіжні заходи».

Однак споживання додаткової кількості антиоксидантів може мати негативні наслідки:

- мега дози вітаміну С можуть привести до дуже високого рівня вмісту заліза в організмі;
- великі дози вітаміну Е можуть справити негативний вплив на абсорбцію вітамінів К і А.

На думку деяких фахівців, спортсменам слід споживати антиоксиданти, однак це питання потребує подальшого ретельного вивчення.

Кальцій. Споживання кальцію в достатній кількості необхідно для запобігання демінералізації кісток і зниження ризику розвитку остеопорозу. Недостатнє споживання кальцію може бути результатом прийому їжі, обмеженою калорійності, захоплення модними дієтами, споживання виключно вегетаріанської їжі, а так само невжиття організму молочних продуктів.

Кальцієві добавки понад встановлену норму, не рекомендується, оскільки високі рівні вмісту кальцію в організмі можуть гальмувати процеси абсорбції заліза, цинку та інших необхідних організму макроелементів.

До основних функцій кальцію слід віднести структурну підтримку кісток і зубів, нормальне згортання крові, скорочення і розслаблення м'язів, передача нервових імпульсів.

Потреби в кальції залежить від віку, статі спортсменів і їх фізичної активності.

Здатність організму абсорбувати кальцій з продуктів харчування залежить від наявності інших поживних речовин, а також від ряду фізіологічних чинників. До факторів, що підвищує абсорбцію кальцію, можна віднести підвищену потребу в даному мікроелементі, присутність вітаміну D, лактози, естрогену, виконання вправ силового характеру. До факторів, що знижують абсорбцію кальцію, відносять: наявність волокнистої тканини, щавлевої кислоти (міститься в шпинаті, шоколаді, бурякової бадиллі, ревені), фітінкової кислоти (міститься в зовнішніх шарах зернових і, отже, у виробах з цільного зерна), малорухливий спосіб життя, споживання великої кількості білків.

Залізо в раціоні харчування. Брак заліза в організмі більшості спортсменів можна легко усунути, збільшивши споживання печінки, нежирного червоного м'яса, курячого м'яса і замінивши каву і чай на напій, що містить вітамін С, щоб збільшити абсорбцію заліза. Споживання білків тваринного походження з овочами також сприяє підвищенню абсорбції заліза.

До основних функцій заліза слід віднести: транспорт кисню (гемоглобін, міоглобін), окислювальний метаболізм (цитохром С).

Залізо абсорбується організмом в двох формах: гемінової і негемінових:

а) перша форма абсорбується краще; вона міститься виключно в тваринних тканинах, особливо в м'ясі кролів;

б) друга форма міститься в рослинних джерелах, таких, як злакові. Вона погано абсорбується організмом.

Перелік продуктів харчування, що підвищує абсорбцію заліза, відносять м'ясо, рибу, птицю (джерела гемінової форми); продукти з високим вмістом вітаміну С, наприклад апельсиновий сік або помідори, що підвищують абсорбцію негемінових форми заліза. До продуктів, що знижує абсорбцію заліза, відносять чай, каву, яйця, соєві, висівки, волокно, речовини, що нейтралізують кислоти.

Для задоволення потреб організму в залозі і кальції необхідно:

- збільшити споживання продуктів, багатих гемінової формою заліза (печінка, червоне м'ясо, молюски);
- підвищити абсорбцію негемінових форми заліза (зелені листяні овочі, незбиране зерно, продукти зі злакових і т. д.), Включивши в споживану їжу вітамін С, наприклад, випити склянку апельсинового соку під час споживання сніданку з злакових;
- вживати добавки заліза тільки за рекомендацією лікаря або дієтолога;
- додатково кількість кальцію потрібно організму зростаючих дітей, вагітним жінкам і годуючим жінкам;
- не менш 3 рази в день споживати молочні продукти;
- їжте рибу разом з кістками (наприклад, консерви лосося, сардин);
- вегетаріанцям слід радитися зі спортивними дієтологами.

Таким чином, повноцінне харчування є важливим фактором на кожному етапі тренування і змагань. Харчування має бути збалансованим і забезпечувати відповідність між споживанням енергії та енерговитратами. Неадекватна дієта може стати причиною зниження маси тіла, виснаження запасів глікогену і дегідратації. Дієтична стратегія, націлена на збільшення або підтримання запасів вуглеводу в організмі, є обов'язковою для досягнення високого рівня фізичної працездатності.

Є підстави вважати, що для спортсменів, що тренуються у видах спорту, що пред'являють високі вимоги до витривалості, потреба в білках зростає в міру збільшення тривалості та інтенсивності виконуваних вправ. Однак при визначенні потреби в білках необхідно враховувати такі фактори, як кількість вступників з їжею калорій і повноцінність білків.

Деякі спортсмени приділяють занадто багато уваги застосуванню вітамінів і мінеральних речовин і часто використовують ці харчові добавки як для «підстраховки», так і з метою підвищення фізичної працездатності. В якості подібного роду добавок найчастіше застосовують вітамін С, комплекс вітамінів групи В і препаратів, що містять залізо. Вітаміни та мінеральні речовини, що застосовуються в дозах, що перевищують існуючі норми, які не покращують фізичну працездатність, більш того, вони можуть проявити токсичний ефект, якщо споживаються в дуже великих кількостях. Однак, з іншого боку, для спортсменів-вегетаріанців і велосипедистів, які дотримуються низькокалорійної дієти, застосування мультивітамінних або мінеральних добавок може виявитися сприятливим.

Висновок. Спортсменам необхідно харчуватися різноманітними продуктами; при цьому підтримку ідеальної змагальної маси тіла є надійним індикатором адекватного споживання калорій. Найкращою дієтою є те, що враховує фізіологічні, соціальні і психологічні чинники. Їжа напередодні змагань повинна включати продукти, які подобаються спортсмену, звичні для нього і добре засвоюються.

Особливе значення під час змагань, що тривають весь день, слід надавати заповненню втрат рідини організмом. Рясне споживання води доцільно для плавців і його слід заохочувати, особливо в умовах високої температури навколишнього середовища. Продукти харчування й напої, що припадають спортсмену за смаком і прийняті протягом дня в невеликих кількостях, сприяє усуненню відчуття голоду, забезпечує необхідною кількістю калорій, допомагають підтримати рівень глюкози в крові, задовольнити потреби організму в крові. Повноцінне харчування не гарантує перемогу в спорті або відмінного стану здоров'я, але без нього неможливо реалізувати потенційні можливості спортсменів і зберегти здоров'я.

Список літератури

1. Єпіфанов В.А., Апанасенко Г.Л. Лікувальна фізкультура і лікарський контроль: підручник. – М : Медицина, 1990. – 368с.

2. Психологія фізичної культури і спорту»: підручник для вищих фізкультурний навчальний закладів / за ред. професора Г.Д. Бабушкіна, професора В.М. Смоленцева. – Омськ : СибГУФК, 2007. – 270 с.
3. Спорт вищих досягнень: спортивна гімнастика: Навчальний посібник / під ред. Л.А. Савельєвої, Р.Н. Терьохіної. – М. : Людина, 2014. – 148с.
4. Васильєв В.Н. Втома і відновлення. – М : Фізкультура і спорт, 1984. – 120 с.

ОСОБЛИВОСТІ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ПІДХОДУ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Собінов Артур Олексійович

асистент

Андріадіс Володимир Дмитрович

студент гр. АС-204

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

sobinov.a.o@opu.ua

andriadisvova@gmail.com

Анотація. В статті аналізуються особливості організації й методики використання оздоровчих технологій у проведенні занять з фізичного виховання зі здобувачами вищої освіти (ЗВО) вищих навчальних закладів. Доведено, що виникнення цілої низки захворювань серед ЗВО пов'язано недостатнім обмеженням обсягом рухової активності на протязі дня, високим психоемоційним стресом та навчальними перевантаженнями. Виявлено, що зниження ефективності фізкультурно-оздоровчої діяльності серед ЗВО обумовлено недосконалістю її змісту і цілеспрямованого використання засобів фізичної культури. Важливою умовою, що буде сприяти нормальному фізичному розвитку, підвищенню фізичної підготовленості та зміцненню здоров'я ЗВО є реалізація освітнього процесу на принципах оздоровчої спрямованості, враховуючи рівень індивідуального розвитку особистості, а також які націлені на процес фізичного виховання щодо мотивації підвищення активної рухової діяльності ЗВО, збереження і зміцнення їх здоров'я.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати диференційований підхід умов підвищення ефективності оздоровчої роботи ЗВО спеціальних медичних груп за допомогою засобів фізичної культури.

Ключові слова: здоров'я, здобувачі вищої освіти, спеціальна медична група, рухова активність, фізична культура, фізичні вправи, фізкультурно-оздоровча діяльність.

Фізичне виховання у ЗВО – одна із особистісно орієнтованих дисциплін, особливість якої полягає в об'єднанні психічного та фізичного розвитку. Специфіка завдань цієї дисципліни – збереження й зміцнення здоров'я ЗВО та розвиток функціональних можливостей організму [1, с. 10]. Головною умовою здійснення вдалого педагогічного процесу фізичного виховання беззаперечно є діагностична робота, яка у спеціальних медичних групах проводиться з використанням тестових методик. Загальні питання тестування фізичної підготовки ЗНО з відхиленнями у стані здоров'я – одне з найбільш актуальних в теорії і методиці фізичного виховання. Можливість отримання точної інформації щодо рівня соматичного здоров'я та фізичної підготовки ЗВО визначає якість та напрямок проведення фізкультурно – оздоровчої роботи та є головною метою диференційованого підходу в роботі [4, с. 65]. Один з принципів фізичного виховання у спеціальних медичних групах полягає в диференційованому підході до використання

засобів фізичного виховання, в залежності від характеру та наявності структурних та функціональних порушень в організмі, викликаних патологічним процесом. Під час будь-яких занять фізичними вправами навантаження, які використовуються, диференціюють в залежності від віку, статі та фізичної підготовленості. В заняттях СМГ окрім цього, фактором, який визначає кількісні та якісні особливості фізичних навантажень та можливості загартовування, стає захворювання, яке характеризує своєрідність організму. Ці особливості потребують для кожного ЗВО окремих засобів та методів фізичного виховання. Зважаючи на це, формується необхідність пошуку шляхів організаційно – методичних факторів, щодо можливості суттєво підвищити ефективність процесу оздоровлення ЗВО різних медичних груп.

Останні результати досліджень виявили, що збільшення захворюваності серед ЗВО є наслідком фізичної детренованості, як наслідок, ЗВО залишаються зі своїми недоліками. У зв'язку з відхиленнями в стані здоров'я та відсутністю оптимальної рухової активності, вони не можуть повністю брати участь у різних щоденних процесах. Самовпевненість у невтішному діагнозі на все життя, зневіреність у власних силах, проблеми з виконанням фізичних вправ, відсутність стійкого інтересу і потреби у фізичному самовдосконаленні, насамперед, основі теоретичних знань та розуміння важливості і відповідальності цього процесу. Потрібно допомогти їм вийти з цього становища, покращити психо-емоційний та фізичний стани, сформувані прагнення стати рівноправними членами нашого суспільства. Отже, робота спеціального медичного відділення повинна базуватися на основі оздоровчої спрямованості, виховуючи здобувачів різнобічно фізично підготовленими, заповнюючи прогалини в їх фізичному розвитку шляхом комплексного застосування арсеналу засобів і методів фізичного виховання з урахуванням у кожному окремому випадку індивідуальних особливостей здобувачів. основним завданням викладача фізичного виховання є направленість орієнтування в основах загальної патології, вмінні правильно розподіляти навантаження на заняттях з урахуванням виду і ступеня вияву відхилень у стані здоров'я, знати особливості вікової фізіології ЗВО.

Останні дослідження низки авторів Г. Апанасенко, Е. Булич, Л. Долженко, свідчать про те, що у ЗВО з різними хронічними захворюваннями внутрішніх органів і опорно-рухового апарату через значне зниження рівня рухової активності різко падають функціональні можливості серцево-судинної і дихальної систем, знижується сила різних груп м'язів і загальна фізична працездатність, а отже, що існує залежність між рівнем фізичного здоров'я і функціональним станом організму. Можливості функціональних систем організму молоді можна підвищити за допомогою корекції рухової активності. Цінність її для кожного слід розглядати в оздоровчому, освітньому, виховному та загальнокультурному значеннях. Розвиток стає ключовим словом педагогічного процесу та суттєвим поняттям навчання [2, с. 50]. В індивідуальному аспекті для ЗВО фізичне виховання є такою частиною загальної культури особистості, яка визначається ступенем розвитку фізичних сил і рухових навичок та здоров'ям, що є важливим фактором для гармонічного життя. Фізичне виховання дозволяє за допомогою своїх специфічних засобів і методів розкрити потенційні фізичні можливості індивідів. [3, с. 10]. Зважаючи на це, аналіз проблеми дозволив виявити суперечність між тенденцією зниження функціонального стану здоров'я ЗВО під впливом гіподинамії і відсутністю науково-обґрунтованих організаційно-методичних умов і методики фізичного виховання, які направлені на підвищення ресурсів їх здоров'я, розвитку фізичних якостей і результативності навчальної діяльності. Щодо цього питання, зосередженість уваги вчених різних галузей знань до освітленої нами проблеми, говорить про її актуальність.

Під час навчального процесу у ЗВО уважного ставлення потребує організаційно – методична робота щодо використання фізкультурно-оздоровчих технологій на заняттях з фізичного виховання зі ЗВО, що мають певні відхилення у стані здоров'я. На основі

результатів обов'язкового медичного огляду здійснюється розподіл всіх ЗВО на 3 медичні групи з фізичного виховання: основну, підготовчу та спеціальну (табл. 1).

У спеціальній медичній групі повинно займатися від 8 до 15 осіб; зручніше проводити заняття, якщо в групі знаходяться ЗВО з однаковими захворюваннями і рівнем фізичної підготовленості [6, с. 29]. Основою диференційованого підходу до проведення занять зі ЗВО спеціальної медичної групи можна розглядати послідовність нормування навантажень у рамках навчальних занять. Існуюча методика занять з фізичного виховання ЗВО спеціальної медичної групи не повною мірою забезпечує належного рівня розвитку фізичних якостей й покращення стану здоров'я.

Погіршення адаптаційно-захисних можливостей організму ЗВО спеціальної медичної групи вимагають тимчасового виключення деяких фізичних вправ за медичними показниками. Фізичні вправи професійного спрямування не виключаються, але обов'язково виконуються з урахуванням пристосування організму ЗВО до подібних навантажень. ЗВО спеціальної медичної групи повинні бути під постійним лікарняно-педагогічним контролем і обізнані з елементами самоконтролю за станом власного здоров'я.

Таблиця 1

Розподіл груп у ЗВО на заняттях з фізичного виховання

Медична група	Медична характеристика групи	Характеристика навантаження
Основна група	Біологічний вік відповідає або випереджає календарний. Високий або середній рівень фізичного розвитку (за зрістом). Гармонійний розвиток за масою тіла й окружністю грудної клітки. Функціональні можливості відповідають віковим нормам або вищі за них. Відсутність гострої та хронічної паталогії. Фізична підготовка дозволяє опанувати всі вимоги навчальної програми з фізичного виховання. Нормотонічний тип реакції серцево-судинної системи на дозволене фізичне навантаження.	Фізична підготовка проводиться у повному обсязі згідно з навчальними програмами.
Підготовча група	Біологічний вік відстає від календарного. Низький рівень фізичного розвитку. Функціональні можливості нижчі вікової норми. Відсутність гострої та хронічної паталогії. Реабілітаційний період після випадку гострої захворюваності, що не потребує курсу ЛФК. Фізична підготовка та стан здоров'я дозволяє опанувати більшу частину вимог на заняттях з фізичного виховання).	Заняття за програмою з фізичного виховання з повільним засвоєнням нормативів і вимог, з обмеженими навантаженнями.
Спеціальна група	Значні відхилення постійного чи тимчасового характеру в стані здоров'я, що протипоказані для занять з фізичного виховання навчальною програмою.	Заняття за спеціальними програмами з урахуванням реабілітаційних наукових і методичних рекомендацій.

Самоконтроль передбачає низку простих практичних навичок самостереження за станом здоров'я під час занять фізичними вправами у ЗВО та під час виконання домашніх завдань по корегуванні захворювань. [5, с. 30].

Зміст полягає в тому, що рухова недостатність призводить до погіршення функціонального стану організму, а внаслідок цього – до порушення здатності витримувати фізичні навантаження, які так необхідні для досягнення оздоровчого ефекту. [7, с. 125]. Низький рівень фізичної працездатності відзначається у ЗВО з вегетативною дисфункцією. Тому під час проведення занять із цієї категорією ЗВО доцільна диференціація засобів й методів фізичного виховання відповідно до наявних індивідуальних особливостей. Реалізація принципу індивідуалізації при організації й проведенні занять з фізичного виховання у спеціальній медичній групі припускає облік рівня фізичної працездатності й приналежності студентів до тієї або іншої типологічної групи:

- для студентів з перевагою симпатичного відділу в регуляції вегетативної нервової системи (ВНС) варто використовувати засоби бігової підготовки в аеробному режимі, що виконуються рівномірним методом у поєднанні з динамічними загально-розвиваючими вправами (ЗРУ);
- для студентів з перевагою парасимпатичного відділу ВНС рекомендується застосовувати засоби бігової підготовки в аеробному режимі, що виконуються змінним методом у поєднанні зі статодинамічними ЗРУ;
- для студентів, які мають баланс у регуляції ВНС, необхідний більш детальний підхід при визначенні збалансованості засобів і методів фізичного виховання.

Фізичне навантаження спеціальних медичних груп обмежує вправи 33 на швидкість, силу, витривалість. В залежності від захворювання рекомендується включати наступні види вправ:

- хода має величезне значення в нормалізації обмінних процесів, й, як фізична вправа, представляє собою важливий засіб для поліпшення діяльності центральної нервової системи (ЦНС), серцево-судинної і дихальної систем, якщо ходу регулярно виконувати по пересіченій місцевості (у парку та ін.), то це здійснює тренувальний й профілактичний ефект, позитивні емоції при цьому сприятливо впливають на ЦНС студента, впродовж ходи дихання повинне бути ритмічним і глибоким, не слід затримувати дихання й розмовляти під час ходи, хода має бути тривалою (до появи поту на чолі), але не стомлюючою;
- фізична вправа з навантаженням, що здійснює вплив на розвиток витривалості, і є особливо корисним для профілактики захворювань серцевосудинної системи, ожиріння тощо, виконання бігу доцільно поєднувати з ходою й дихальними вправами, біг необхідно проводити в основній частині заняття;
- застосовуються дихальні вправи й вправи на релаксацію, а при порушеннях постави (сколіозах), що найбільш часто зустрічаються в студентів, включаються вправи на зміцнення м'язів живота й тулубу, що сприяє створенню м'язового корсета і побудови правильної постави, включаються вправи з обтяженнями (гантелями), вагами в положенні стоячи;
- рухливі й спортивні ігри доцільно проводити в основній частині заняття, тому що вони представляють собою гарний засіб фізичного розвитку, нормалізації емоційного стану й вдосконалення координації рухів. Включаючи ігри у заняття, можна значно знизити розумове навантаження за рахунок емоційного фактора, а якщо їх проводити на свіжому повітрі, тоді ефективність зростає ще й за рахунок загартовування організму й емоційного фактору.

Схему проведення заняття у спеціальних медичних групах доцільно будувати за стандартною схемою: підготовча, основна й заключна частини, при цьому в підготовчій частині рекомендуємо виділити «вступну частину»:

1. У вступній частині заняття необхідно мобілізувати увагу студентів й функціонально підготувати організм до виконання завдань підготовчої частини заняття. З цією метою рекомендується застосовувати елементи побудови й перебудови, ходу в різних напрямках, дихальні вправи.
2. У підготовчій частині заняття виконуються загальнорозвиваючі вправи (у повільному й середньому темпі), чергуючись із дихальними вправами. Навантаження підвищується поступово; застосовуються такі вправи, що забезпечують підготовку всіх органів і систем до виконання основної частини заняття. У цій частині заняття не слід використовувати багато нових вправ, а також інтенсивні навантаження.
3. В основній частині заняття студенти опановують основними руховими навичками, одержують індивідуально максимальне фізичне навантаження, випробовують емоційну напругу.

Підбір вправ у цій частині заняття передбачає 34 вирішення ряду завдань: оволодіння найпростішими руховими навичками, різнобічний розвиток (у межах можливостей кожного студента) основних фізичних якостей: швидкості, сили, витривалості, спритності, значна увага приділяється розвитку гнучкості й поліпшенню координації рухів, використовують рухливі ігри й елементи спортивних ігор. 4. У заключній частині заняття використовуються вправи, що відновлюють організм після фізичного навантаження (хода, дихальні вправи, вправи на розслаблення тощо). В основі особливостей проведення занять зі студентами підготовчої медичної групи (ПМГ), спеціальної медичної групи (СМГ) мають бути індивідуально-типологічні особливості студентів.

Важливою умовою успішної реалізації фізичного виховання має бути диференціювання, що припускає чіткий розподіл студентів за певними ознаками на типологічні групи із врахуванням мети й завдань навчального процесу. Індивідуалізація й диференціація навчально-виховного процесу в СМГ розглядаються як засоби реалізації індивідуально обумовленого оздоровчого процесу студентів [8, с. 128]. Для студентів СМГ процес корекції фізичної підготовки повинен бути особистісно важливим.

Залучення студентів до складання програм корекції «для себе» приведе до самоактуалізації занять фізичним вправами з чітким усвідомленням поставленої мети й шляхів її досягнення. Крім того, у процесі роботи над програмою виникає потреба отримання необхідних для цього знань, що спонукає до саморозвитку, стимулює до самостійної роботи над інформаційними джерелами.

Висновок. Таким чином, одним з головних факторів підвищення якості проведення занять з фізичного виховання зі ЗВО СМГ є реалізація диференційного підходу. Аналіз літератури з питань СМГ та результати власних спостережень свідчать, що процес навчання у ЗВО обумовлюється надмірними розумовими навантаженнями, які у поєднанні з гіподинамією негативно впливають на фізичну й розумову працездатність ЗВО. Перспективою подальших досліджень ми вбачаємо у продовженні дослідження в напрямку особливостей методики занять з фізичного виховання зі ЗВО з відхиленнями в стані здоров'я, а саме, постає питання використання діагностичних тестових методик у спеціальних медичних групах.

Список літератури

1. Бальсевич В. К. Физическая активность человека / В. К. Бальсевич, В. А. Запорожанов. – К.: Здоровья, 1987. – 224 с.
2. Белкова Т. О. Підготовка студентів вищих медичних закладів до формування особистого здоров'я засобами фізичної культури : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 /Т. О. Белкова. – Кропивницький, 2018. – 316 с.

3. Долженко Л. П. Фізична підготовленість і функціональні особливості студентів з різним рівнем фізичного здоров'я: автореф. дис... канд. наук із фіз. виховання і спорту: 24.00.02 / Л. П. Долженко; Нац. ун-т фіз. виховання і спорту України. – К., 2007. – 21 с.
4. Корягін В. М. Фізичне виховання студентів у спеціальних медичних групах: навч. посібник / В. М. Корягін, О.З. Блават. – Львів: Видавництво «Львівська політехніка», 2013. – 488 с.
5. Могендрович М. Р. Общие физиологические механизмы взаимосвязи двигательной и вегетативной функций / М. Р. Могендрович // Координация двигательной и вегетативной функций при мышечной деятельности человека. – М.: Наука, 1965. – С. 18–29.
6. Мудрік В.І. Організаційно-методичні основи фізичного виховання студентів вищих навчальних закладів: монографія / В.І. Мудрік, О.З. Леонов, І.В. Мудрік, А.І. Ільченко, Є.П. Козак // [За ред. В.І. Мудріка]. – К.: Педагогічна думка, 2010. – 192 с.
7. Муравов И. В. Оздоровительные эффекты физической культуры и спорта / И. В. Муравов. – Киев: Здоровья, 1989. – 272 с.
8. Подмозин С. И. Личностно-ориентированное образование: социально-философское исследование / С. И. Подмозин. – Запорожье : Просвита, 2000. – 250 с.
9. Положення «Про організацію фізичного виховання і масового спорту у вищих навчальних закладах» від 11.01.2006 р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0249-06>. – Назва з екрану.
10. Тарасенко М.Н., Пономарева В.В. Физическое воспитание студентов вузов в специальном учебном

УДК 796.012

БІОМЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ

Манічева Наталя Віталіївна

к.т.н., доцент

Ніколаєва Аделіна Юріївна

студентка гр. СБМ-181

Роговик Юлія Андріївна

студентка гр. СБМ-181

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

vmanichev@ukr.net

ad.nikolaieva@gmail.com

rogovik16@ukr.net

Анотація. Біомеханіка має широкий спектр можливостей. Даний термін зустрічається в таких сферах як театр, спорт, 3д-анімація і, звісно, в медицині. Конкретніше кажучи — вона знайшла своє застосування у протезуванні і питаннях фізичної підтримки по типу занять оздоровчої фізкультури і розробок екзоскелета. Не дивлячись на те, що механіка біологічних систем влаштована набагато складніше, аніж систем, створених людськими руками, методичний збір й аналізування даних допомогли вченим досягти непоганих результатів.

Поняття біомеханіки з часів свого створення виросло в повноцінну науку й було розділене на такі види, як теоретична, ергономічна, інженерна, біомеханіка протезування, біомеханіка фізичних вправ і біомеханіка адаптивної фізичного навантаження. У рамках цієї

роботи йтиметься про інженерну, що напрямлена на створення керованих роботів, й про біомеханіку протезування.

Ключові слова: біомеханіка, рух, м'язова система, кісткова система, аналіз.

Основною задачею досліджень будь-якого з напрямків біомеханіки є аналіз механіки рухів людського тіла, його взаємодії з оточенням. Зокрема, п'ятьма найбільш важливими компонентами біомеханіки можна назвати переміщення, силу, імпульс, важіль і рівновагу. На підставі саме цих даних будується штучна модель поведінки для подальшого застосування в будь-якій із областей вивчення. У нашому випадку – в медицині [1, с. 57]. Дослідницька діяльність в області біомеханіки рухів людини значною мірою залежить від клінічних експериментів, збору даних від людей і статистичного аналізу зібраних даних. Однак така діяльність часто зіштовхується з проблемами через обмежені можливості підключення використовуваного обладнання й відсутності синергії з мережевими й обчислювальними технологіями. Наприклад, комерційні системи захоплення руху (MoCap) пред'являють значні вимоги до полоси пропускання, в той час як вони часто використовують пропріетарні бездротові технології й спеціалізоване мережеве обладнання для передачі захоплених даних для обробки, що обмежує гнучкість й функціональну сумісність.

Біомеханічні методології використовуються в дослідженнях рухів людини для пояснення структурних і функціональних механізмів, що полягають в основі рухової активності. Опис положення тіла починається з анатомічної позиції. Інакше кажучи, положення, під час якого людське тіло або ж досліджуваний об'єкт (наприклад, для робототехніки можуть застосовуватись моделі тварин) займає вертикально положення й дивиться прямо перед собою, а кінцівки розташовані перпендикулярно поверхні. У випадку з людиною – руки з обох боків повернуті вперед кистями, п'яти злегка розставлені. Відносно цієї позиції визначають три основні площини: сагітальну, фронтальну і поперечну, згідно координатам яких і відбувається рух у просторі (рух по діагоналі здійснюється при одночасному залученні усіх анатомічних площин).

Завдяки методологічним і технологічним досягненням іще в минулому столітті біомеханічні дослідження отримали нові можливості, що посприяло швидкому розвитку цього напрямку. Технологічний прогрес призвів до розробки компактних датчиків, які змінили дослідження рухів людини, зробивши можливим збір залежних від часу біомеханічних даних при виконанні складних задач поза лабораторіями.

Характерною рисою і проблемою біомеханічних досліджень є потенційно висока частота вибірки даних, що складає від 100 до 2000 вибірок у секунду. Ця частота залежить від типу зібраних даних. У лабораторіях біомеханіки проводять експерименти, збираючи неперервні потоки різноманітних типів даних (наприклад, тримірної лінійної й кутової кінематики та їх похідні, зовнішні сили, прикладені до сегментів тіла) через різноманітні вимірювальні системи (наприклад, силові пластини, гоніометри, акселерометри, маркери на тілі людини). Зібрані дані обробляються на основі складних математичних моделей. Далі відбувається кореляція зібраних даних з більш ранніми від суб'єктів різного профілю (наприклад, вік, стать, зріст) і захворювання (наприклад, розсіяний склероз, хвороба Паркінсона). Це дозволяє класифікувати суб'єктів в залежності від того, чи схожа їх хода на ходу здорових, молодих людей або ж літніх людей з певним захворюванням, що є первинною ознакою захворювання [2, с. 20].

Кістки, відіграючи роль твердої основи тіла, виконують функцію важелів і маятників: приводячи скелет у рух, м'яз діє на нього як на важіль. Прикладом є передпліччя, в якому завдяки напруженню двоголового м'яза, який кріпиться поблизу точки опори, досягається подолання сили тяжіння, і робота відбувається з більшою швидкістю.

Можливість рухатись обумовлена наявністю суглобів між окремими ланками рухового апарату людини. Дві рухомо з'єднані ланки формують біокінематичну пару

(приклад: стегно й гомілка, з'єднані колінним суглобом), а три і більше складають біокінематичний ланцюг. Рухомі з'єднання кісток (біомеханічні ланки), з прикладеними до них силами м'язової тяги, розглядають як систему складних важелів, які слугують для передачі руху й сили на відстань. Кожен подібний вузол, як правило, складається із точки опори, точки прикладення сили, плеча важеля і плеча сили.

Золоте правило механіки руху людини: «Важільний механізм рухового апарату дає людині можливість кидати тіла на значні відстані, виконувати сильні удари і т.д., але ми виграємо у швидкості й потужності лишень ціною підвищення сили м'язового скорочення». Таким чином, при згині руки у ліктьовому суглобі з метою переміщення тіла масою 1 кг (відповідно 10 Н), двоголовий м'яз плеча повинен розвинути силу близько 100 Н. Для досягнення рівноваги важеля необхідно досягнути рівності моментів прикладених сил протилежного напрямку, а прискорення важеля досягається при нерівності моментів цих сил. Це одна із задач біомеханіки.

Із історії медицини. В XIX ст. Жюль Еміль Пеан (рис. 1) описав особливий випадок – роз'їдене туберкульозом плече. З допомогою дантиста замінив його на новий механічний суглоб. Пеан мав досвід роботи з імплантатами із платини при сифілісі і пов'язаних з туберкульозом ураженнями носа та верхньої щелепи. Він попросив стоматолога Ж. Портера Мішеля сконструювати для свого пацієнта хімічно інертний механічний плечовий суглоб, який повинен виконувати функції плеча. Мішель винайшов конструкцію (рис. 1), яка стала одним із французьких винаходів Belle Epoque («чарівна епоха» з франц.). Протез представляв собою резинову кульку, проварену в парафіні протягом 24 годин, для твердості. По колу куля була пересічена двома борознами, що перетинались під прямим кутом. У них кріпились два платинові кільця. Горизонтальне кільце з'єднувалось із плечовим гніздом лопатки двома гвинтами. Таким чином стали можливі екзо- й ендоротація (обертання назовні й усередину) руки. Рух вертикального кільця здійснював відвід руки. Це друге кільце кріпилось на платиновий стрижень, який заміняв верхню частину плечової кістки.



Рис.1. Справа на ліво: Ж.Е. Пеан та механічний плечовий суглоб Пеана.

Цей приклад ендопротезування суглоба слугує ілюстрацією значимості оптимального співпадіння суглобових поверхонь (при повному співпадінні рух, звісно ж, неможливий), форми внутрішньо- й навколосуглобових хрящів, розташування й довжин зв'язок (сухожилля м'язів, призначені для натягування суглобової сумки), й, особливо, опору тяги м'язів (це надає рухам плавність). Тобто процес складний й має багато впливових факторів. [3, с. 9].

Для пояснення механічних властивостей м'язів використовують модель Хілла (Рис. 2), у якій м'яз показаний як система із трьох компонентів: паралельний пружний компонент, механічним аналогом якого є пружина; циліндр з поршнем, символізуючий поперечні

актино-міозинові мостики; послідовний пружний компонент, моделюючий сухожилля і міофібрили (рис. 2) [4, с. 57].

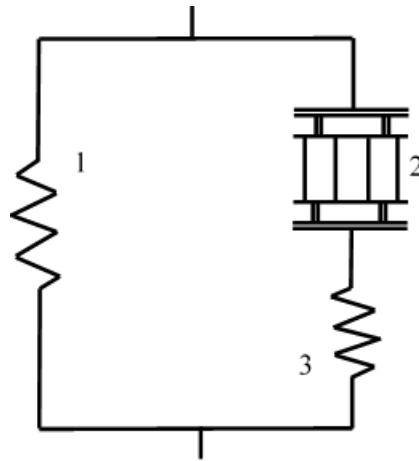


Рис. 2. Трикомпонентна модель м'яза:

- 1) паралельний пружний компонент; 2) міозинові й актинові нитки;
3) послідовний пружний компонент.

На відміну від описаних вище суглобів-важелів, цю модель вдасться втілити в життя без великих труднощів навіть людині без спеціальної технічної освіти. Для цього знадобиться пневмоциліндр, трубки для подачі повітря і латексні трубки в обплетенні: по типу «змійної шкіри», що дозволяє обплетенню стискатись при розтягуванні її зсередини (власне, за рахунок цього і здійснюється скорочення м'язів). Технологія носить назву повітряних м'язів і застосовується для створення екзоскелета і навіть у робототехніці. Усе завдяки тому, що динаміка їх описується нелінійною системою, яка, однак, за властивостями близька до біологічних м'язів.

Розрізняють ізометричний (підтримуючий статичне положення, без деформації м'яза) й анізометричний (при розтягуванні/скороченні) режими функціонування м'язів. Окрім того, існують два випадки групової роботи м'язів, а саме синергізм та антагонізм. М'язи-синергісти переміщують ланки тіла в одному напрямку, антагоністи — різнонапрявлено. Окремим випадком є агонізм, коли сили скорочення м'язів паралельні.

Сила м'язів безпосередньо залежить від форми м'яза, розташування і сумарної сили тяги м'язових волокон, кута прикладення до важеля (найбільша сила розвивається при куті у 90 градусів між кісткою і м'язом), довжини м'яза (з довжиною (плечем) зростає момент сили, стану м'яза («втомлений» чи «відпочивший»).

Біомеханічний аналіз з використанням кістково-м'язової моделі оцінює м'язові сили у процесі руху. Він надає інформацію про те, як м'язові сили скоординовані для виконання конкретної задачі — дає можливість зрозуміти, як змінені патерни м'язової координації впливають на рухову ефективність у клінічних групах. Ці групи включають широкий спектр патологій: від фізіологічного і неврологічного занепаду до діабету, інсульту й церебрального параліча [5, с. 69]. Рівновага і стійкість тіла визначається розташуванням точки загального центра мас тіла відносно площі (або точки) опори.

Загальний центр мас тіла — точка прикладення рівнодіючої сил тяжіння усіх ланок тіла. Це нематеріальна точка, розташування якої залежить від взаємного положення усіх ланок тіла, дихання, ступеня наповнення шлунку, статі, віку і т.д. Суть біомеханічного аналізу в тому, що всі підсистеми рухового апарату повинні оптимально служити для виконання поставленої цілі — руху. Показниками оптимальності слугують економічність —

щодо витрат енергії, механічна продуктивність або ж збільшення ККД, естетичність рухів і їх точність [6, с. 4].

Виділяють кілька етапів аналізу рухової діяльності, які включають у себе вивчення зовнішньої картини руху, що передбачає його розбір на фази, фіксовані на хронограмі, визначення сил, що викликають й чинять вплив на рухову діяльність, вивчення топографії працюючих м'язів, визначення доцільності енергетичних витрат працюючих м'язів, виявлення оптимальних рухових режимів, означає оцінку ступеня відповідності реального й оптимального варіанта техніки виконання дії [7, с.8].

Висновок. Дослідження силових можливостей людини є одним з кардинальних напрямків вивчення всієї проблеми розвитку рухових якостей. Недавні дослідження порушення скоротливості серця при інфаркті міокарда показали, що креатин є одним з невідомих раніше регуляторів сили скорочення серцевого м'яза. поява нових технологічних можливостей дозволяє сподіватися на швидкий прогрес наших знань про шляхи подальшого підвищення силових можливостей людини. Тільки правильний руховий режим в сукупності з мікро- і макро-елементів здатний підтримувати організм в нормальному фізичному стані [8, с.13].

Опорно-біомеханічні дослідження внесли значний вклад в області медицини і реабілітації, безпеки й ергономіки, спорту, автомобільного й аерокосмічного дизайну, промислового машинобудування й робототехніки.

Список літератури

1. Wang Wei, Li Yalong. Study on treatment and rehabilitation training of ligament injury of javelin throwers based on sports biomechanics // Measurement. – 2021, 171(4): 108757.
2. Jonathan Camargo Leyva, Aditya Ramanathan, Will Flanagan, Aaron Young. A comprehensive, open-source dataset of lower limb biomechanics in multiple conditions of stairs, ramps, and level-ground ambulation and transitions // Journal of Biomechanics, accepted. – February 2021: 110320.
3. Sanjeeve Sabharwal, Steve Bale. The biomechanics of reverse shoulder arthroplasty // Journal of Arthroscopy and Joint Surgery. – 2021, Volume 8, Issue 1, P. 7-12.
4. Биомеханика: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Г.И. Попов. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия». – 2009. – 256 с.
5. Karatsidis A., Jung M., Schepers H.M., Bellusci G., deZee M., Veltink P.H., Andersen M.S. Musculoskeletal model-based inverse dynamic analysis under ambulatory conditions using inertial motion capture // Medical Engineering & Physics. – 2019, Vol. 65. – P. 68-77.
6. Вибрані лекції з біомеханіки: метод. посіб. для студентів ЛДУФК ім. І. Боберського / розроб.: О. Ю. Рибак, Л. І. Рибак. – Львів: [Б. в.], 2017. – 131 с.
7. Без'язична О. В. Методичні рекомендації до лабораторних занять з курсу «Біомеханіка» / О. В. Без'язична, Л. П. Коваленко. – 2-е вид. – Харків : ХНПУ ім. Г.С. Сковороди, 2014. – 49 с.
8. Манічева Н.В. Молекулярные механизмы мышечного сокращения, его регуляци. / Н.В. Манічева, М.А. Ульянов. // Матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції «Фізика та медицина у сучасному житті». 17-19 травня 2019 р., м. Одеса, Україна. – С. 12-13.

СЕКЦІЯ 6: ЗАСТОСУВАННЯ ІТ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЦИНІ

УДК 619:60/61

ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ ТВАРИН

Тітова Наталія Володимирівна

д.т.н., проф., зав. кафедрою БМІ

Ланова Дарія Дмитрівна

асистент

Лабунський Станіслав Олександрович

студент гр. СБМ-171

Моргун Інна Василівна,

студент гр. СБМ-171

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

titova.n.v@opu.ua

lanova.d.d@opu.ua

labunsky.6964274@stud.opu.ua

Анотація. В статті йдеться використання інформаційних технологій в біомедичній інженерії, а саме експертних систем для діагностики захворювань тварин. Запропонований один із можливих варіантів використання програмної системи інтелектуальної підтримки медичної діяльності у ветеринарній службі, пов'язаної з обстеженням, діагностикою, лікуванням.

Ключові слова: діагностика, експертні системи, захворювання тварин, автоматизована система, бази знань.

Для якісного здійснення задач діагностики просто неможливо обійтися без засобів автоматизації. Автоматизація медицини й безпосередньо ветеринарії пройшла ряд стадій, у продовженні яких по різному розподілялися акценти у використанні комп'ютерних технологій. Автоматизовані системи довгий час використовувалися в основному у питаннях керування відділів охорони здоров'я та лікувальних закладів, в статичній обробці даних. У людській медицині використовувалися методи розпізнавання образів, під якими припускаються різні стани організму, були засновані на аналізі даних про стан груп хворих з різною патологією, а свої рішення вони пропонували лікарю або в детерміністській формі жорсткого однозначного висновку, або у вигляді ймовірних оцінок кожного з можливих діагнозів диференційного ряду.

Технічний прогрес у розвитку обчислювальної техніки призвів, з одного боку, до появи персональних комп'ютерів з можливістю їх встановлення безпосередньо у лікарняно-профілактичних закладах та можливістю створення діалогових систем працюючих на природній мові та за їх допомогою відмовитися від ручного кодування вихідних медичних даних. Паралельно йшов процес формування нових підходів до створення діагностичних систем, "пояснюючих" запропонованих рішень. Відбувся перехід від автоматизованих систем, які пропонували готове рішення, далеко не завжди зрозуміле лікарю до систем діалогового типу. Такі системи спираються на обробку знань високопрофесійних лікарів, іменованих експертами у конкретній проблемній галузі та дозволяють у подальшому

модернізувати первісні представлення, тобто вносити зміни в базу знань системи, відображаючи характер представлень про групу досліджуваних хвороб.

При виборі методології для побудови автоматизованої системи найбільший інтерес у теперішній час представляє клас експертних систем, які спираються на теорію штучного інтелекту [1 – 4]. Це пояснюється тим, що такі системи включають базу спеціальних знань у конкретній проблемній галузі та надають можливість ознайомлення з протоколом результатів розпізнавання медичної ситуації та логічного пояснення.

Основними відмінними характеристиками експертних систем по відношенню до прикладних та інших інтелектуальних програмних систем є [3]:

- формування висновків та рекомендацій у випадку неточної вихідної інформації на основі бази знань;
- використання для рішень задач евристичних методів пошуку, які на відміну від алгоритмічних методів не завжди гарантують повноту рішення;
- моделювання механізму мислення спеціалістів (експертів) у предметній галузі реального світу;
- досить висока продуктивність, тобто практично прийнятна швидкість отримання достовірного рішення задачі;
- постановка задач, розв'язаних за допомогою експертної системи, можуть уточнюватися під час усього циклу проектування;
- використання символічного а не числового способу представлення, символічне виведення та евристичний пошук рішень, а не виконання відомого алгоритму.

Що стосується вибраної галузі, ветеринарії, то світова практика свідчить, що одним з найбільш ефективних засобів забезпечення рівня кваліфікації лікарів є програмні системи інтелектуальної підтримки медичної діяльності, пов'язаної з обстеженням, діагностикою, лікуванням та інше. Такі системи повинні містити великі бази знань, що відповідають сучасному рівню науки та практики. Інтеграція баз даних з експертними системами дозволяє суттєво розширити можливості лікарів й підвищити ефективність діагностичних рішень.

Висновки. Використання експертних систем ветеринарним персоналом значно розширює можливості спеціалістів, оскільки у додаток до власних знань вони використовують у роботі формалізовані знання вчених та лікарів-експертів, широкий спектр даних, закладених у експертні системи. Застосування експертних систем можливо у якості навчального посібника для підвищення рівня кваліфікації студентами та молодшим медичним персоналом. Загалом, використання експертних систем у ветеринарії зможе підвищити якість роботи взагалі, скоротити час діагностики, а також, скоротити час вибору найкращого рішення при постановці діагнозу тваринам.

Список літератури

1. Стишкова Л.П. 1000 советов по уходу и лечению домашних животных. – Издательство : Аквариум-Принт, 2004. – 672с.
2. Бондаренко М.Ф., Шабанов-Кушнаркено Ю.П. Теория интеллекта: Учебник. – Харьков: ООО «Компания СМІТ». – 2006. – 576 с.
3. Бондарев В.Н. Искусственный интеллект: Учеб. Пособие для ВУЗов. – Севастополь, Изд-во СевНТУ, 2002. – 615 с.
4. Кравец В.О. та ін. Вступ до експертних систем: Навч. посібник. – Харків : НТУ «ХПІ», 2006. – 231 с.

АНАЛІЗ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ CAD СИСТЕМ

Дудзінський Юрій Михайлович

д.ф.-м.н., професор

Голобродська Анастасія Владиславівна

студентка гр. СБМ-201

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

anastasiyagolobrodska@gmail.com

Анотація. CAD – це системи, які допомагають лікарям в інтерпретації медичних зображень. Рентген, МРТ та ультразвукова діагностика дають велику кількість інформації, яку рентгенолог або інший медичний працівник повинен аналізувати.

CAD – це технологія, що поєднує елементи штучного інтелекту та комп'ютерного зору з патологічною та рентгенологічною обробкою зображень. Типовим застосуванням є виявлення пухлини. Наприклад, деякі лікарні використовують САПР для підтримки профілактичних медичних оглядів при мастопатії, раку легенів та виявлення поліпів у товстій кишці.

Зазвичай системи автоматизованого виявлення обмежуються маркуванням помітних конструкцій та ділянок. При мастопатії САПР виділяє скупчення мікрокальцинації та гіпергусті структури в м'яких тканинах. Це дозволяє рентгенологу робити висновки про стан патології. Інша CAD система визначає розмір пухлини або поведінку пухлини у поглинанні контрастного середовища.

Ключові слова: системи CAD/CAM, САПР системи, протез, виготовлення сучасних протезів.

Відомості про систему CAD/CAM. Система CAD/ CAM – розшифровується, як комп'ютерний помічник в CAD/моделюванні і CAM/виробництві [1]. CAD-технологія. Це сукупність інформаційних, програмних і технологічних модулів, які виконують обробку даних, відображення їх в тривимірному форматі і моделювання віртуального зразка імплантата.

CAM-технологія має декілька складових. Зокрема, технічні засоби – фрезерні верстати й системи з числовим програмним управлінням. У цьому модулі по віртуальному зразку з промислової заготівлі виготовляється протез.

Історія створення системи. Ідея використання CAD / CAM з'явилася в 1971 році, для виготовлення зубних протезів, завдяки співпраці F. Duret з фірмою *Hennson International* [1]. В 1983р. у Франції на конференції, був представлений перший прототип системи. 30 листопада 1985 на міжнародному конгресі, який був організований Французькою стоматологічною асоціацією в Палаці конгресів в Парижі, була створена і встановлена в порожнині рота, без будь-яких лабораторних втручань – перша коронка. Дружина автора пані Duret була першим пацієнтом системи CAD/CAM. Стоматологічна CAD/CAM система Duret у 1988 році вийшла на французький ринок, а в 1989 р – на американський.

Застосування систем CAD/CAM в стоматології України. Застосуванню систем CAD/CAM в стоматології приділяють увагу і в нашій країні. В головному НДІ стоматології під керівництвом проф. А.А. Прохончукова була запропонована програма розробки комп'ютерних та лазерних систем нового покоління. Перший технологічний етап всіх систем CAD/CAM передбачає отримання тривимірної геометричної моделі протезного поля ротової порожнини хворого.

Методи, що використовуються в системах можна розділити на дві групи:

- сканування порожнини рота хворого;

- сканування виробленої попередньо гіпсової моделі.

До першої групи належать системи **Duret, Cerec, DentiCAD**. Особливості отримання так званого оптичного зліпка: перед препарування зуба необхідно зробити оптичний зліпок з необробленого зуба, навіть зруйнованого, тому що частина здорової поверхні збережена і її можна застосовувати в якості орієнтира при комп'ютерному моделюванні реставрації [2].

Недоліками CAD-систем, які є у продажу, є

- їх висока вартість, що робить цей клас пристроїв недоступним для поліклінік з державним фінансуванням;
- обмежена область застосування, яка пов'язана зі специфікою виготовлення складних ортопедичних конструкцій.

CAD СИСТЕМИ В РІЗНИХ СФЕРАХ МЕДИЦИНИ.

CAD/CAM системи в стоматології. Зараз дуже багато працює стоматологічних клінік [3]. На прибуток клініки впливає рівень обслуговування, професійний рівень лікарів, оснащення. Конкуренція в цій сфері дуже велика, тому доводиться постійно оновлювати та вдосконалювати технології, щодо різних стоматологічних маніпуляцій.

Етапи використання CAD/CAM систем для виготовлення зубних протезів:

- Отримання інформацію про об'єкт за допомогою стаціонарного сканера, контактного профілометра або внутріпорожнинної камери.
- Отримана інформація оброблюється комп'ютерною програмою, передача даних в координатну систему.
- За допомогою спеціального програмного забезпечення та віртуального каталога, відбувається віртуальне моделювання на комп'ютері.
- Виготовлення за допомогою фрезерного станка.

Перший етап створення каркасів за допомогою CAD / CAM систем – сканування. Від точності сканера залежить схожість натуральної моделі з розмірами віртуальної, це один з головних чинників точності прилягання готової конструкції. З точки зору ортодонції, від якості сканування буде залежати, з точки зору ортодонції, точність діагностики зубощелепних аномалій. Одна з важливих технічних характеристик сканера є поріг розпізнавання, мінімальний розмір, сканер визначає відокремлену ділянку, яка не зливається з іншими. Але в технічній документації сканерів дана характеристика не вказується.

CAD й CAM: переваги технології.

1. Виготовлення протезів будь-якої складності. За допомогою CAD CAM технології можна виконувати складні реконструкції зубів, використовувати різні матеріали [3].
2. Точність. Цифрове сканування дає найбільш достовірну і повну інформацію, ніж зняття зліпків. Для відтворення зображення сканується ділянки в тривимірному вигляді. Під час сканування, проектування зразка і виготовлення імпланта відсутні похибки на деформацію зліпного матеріалу або усадку готового протеза.
3. Комфорт для пацієнта. Процедура моделювання за допомогою зліпка – не найшвидша і досить неприємна для пацієнта. 3D сканування – це швидкий спосіб зробити знімок зубів без дискомфорту для пацієнта.
4. Можливість виготовлення копії протеза. Дані сканування зберігаються в комп'ютері.
5. Швидка підготовка ортопедичної конструкції. При знятті зліпка на створення моделі і виготовлення протеза йде кілька днів, є ймовірність неточностей. Технологія CAD CAM це точне виконання робіт на всіх етапах реставрації. Вона зчитує інформацію за кілька секунд, а 3D моделювання та програмне комп'ютерне управління виробничим процесом виключають помилку.
6. Відсутність ускладнень. Висока точність технології забезпечує ідеальне включення ортопедичної конструкції в зубний ряд, точне прилягання, правильну оклюзію. Це гарантія довговічності імпланта.

САПР системи в травматології та ортопедії. Одне з перших місць в життєвому циклі займає проектування [4]. Можливості сучасних інформаційних технологій, дозволяють покращувати цей процес, використовую САД/САМ системи або системи автоматизованого проектування (САПР). Системи автоматичного проектування – це складний комплекс програмних, технічних, технологічних, інформаційних інструментів, мета полягає в автоматизації процесів проектування. Виконання цієї задачі дає можливість збільшити ефективність роботи інженерів, і зменшити фінансові та часові витрати, а також, вивести проектування на новий рівень якості.

САПР запроваджується не тільки в промисловій сфері вирибництва, а й в медицині, стоматології ; для моделювання органів людини, протезування – кістних імплантів та ендопротезів. Пріоритети при використанні систем автоматизованого проектування – оперативність виготовлення, зниження витрат й точність.

Сучасне виробництво неможливо уявити без систем автоматизованого проектування (САПР), які реалізують виконання функцій проектування за інформаційною технологією. Швидкий розвиток комп'ютерної графіки вплинув на високоякісну 3D візуалізацію анатомічних структур пацієнта. Мультиспіральна комп'ютерна томографія дає повне уявлення про кількісні зміни опорних тканин, їх взаємини, що дозволяє отримувати 3D і віртуальні реконструкції. Завдання автоматизованого супроводу роботи хірурга в багатьох випадках можна розглядати як технічну задачу і використовувати для її вирішення ефективні і перевірені методи і технології комп'ютерної графіки та САД/САМ систем.

Мета САПР – максимально використовувати можливості програмного забезпечення. В основі впровадження САПР в ортопедію та травматологію – це прагнення до виконання конкретних цілей.

1. Підвищення якості зібраних частин, що забезпечують максимальну стабільність фіксації й можливість просторового з'єднання уламків кістки;
2. Скорочення термінів вибору оптимальної конструкції апарату зовнішньої фіксації;
3. Збільшення ефективності лікування, завдяки більш продуманій добірці конструкції.

Завдяки впровадженню САПР в області ортопедії та травматології, можуть бути вирішені завдання, наприклад:

- розробка модифікованих конструкцій на базі існуючої;
- оцінка ефективності лікування обраною конструкцією;
- швидкість підбору апарату зовнішньої фіксації;
- стандартизація і уніфікація компоновок для конкретного виду дефекту;
- передбачування функціональних можливостей апарату.
- оцінювання кількості і послідовності маніпуляцій, з винятком зайвих.

Застосування САД/САМ програмного забезпечення для аналізу стану опорно-рухового апарату пацієнтів дозволяє зібрати або виготовити індивідуальний апарат, протез або імплантат, який відповідає анатомії хворого.

Розглянемо деякі приклади використання САПР в травматології та ортопедії. У Російському науковому центрі «Відновлювальна травматологія та ортопедія ім. акад. Г.А. Ілізарова» для проектування апаратів зовнішньої фіксації використовується КОМПАС-3D [4]. На рис 1. представлено пристрій для лікування переломів проксимального відділу стегнової кістки, моделювання на стадії передопераційного планування.

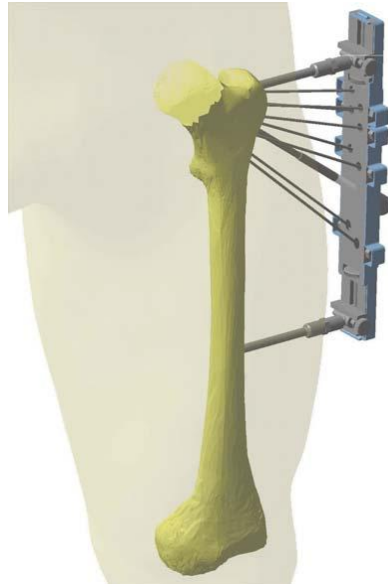


Рис. 1. Моделювання на стадії передопераційного планування, пристрій для лікування переломів проксимального відділу стегнової кістки.

У РНІТО ім. Р.Р. Вредена побудовано модель тазової кістки з вбудованою чашкою і головкою або без них (рис. 2). Аналізується міцність кріплення ендопротеза при наявності дисплазії.

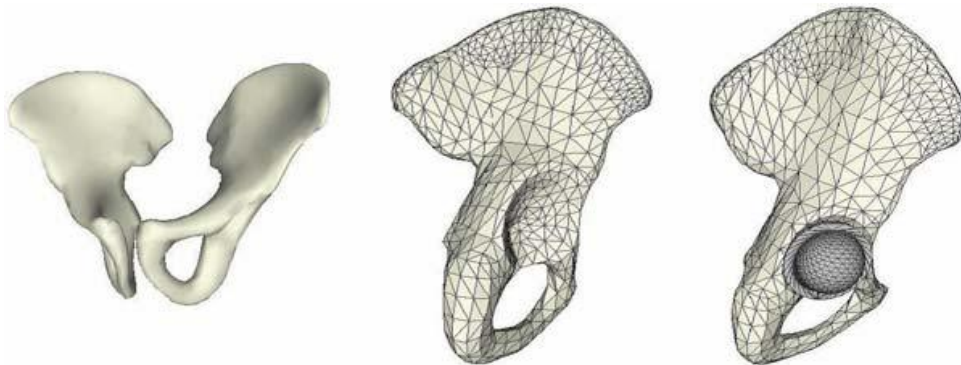


Рис. 2. Тривимірна модель тазової кістки, побудована за даними комп'ютерної томографії.

У Саратовському державному університеті змодельоване напруженодеформований стан системи «стегнова кістка – фіксатор» (рис. 3).

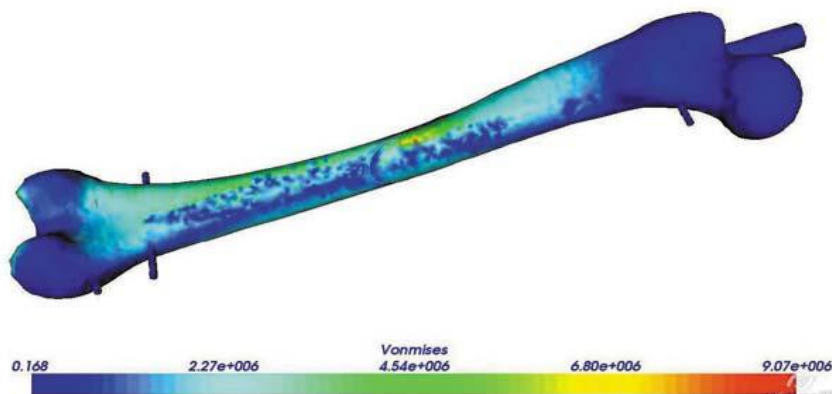


Рис. 3. Моделювання «стегнова кістка – фіксатор» після відображення отриманих даних.

Біопротезування – спеціалізація в галузі медицини, пов'язана з проектуванням, застосуванням і виробництвом біопротезів [5]. Біопротез – це зовнішній прикладний пристрій, який використовують для зміни структурних та функціональних показників нервово-м'язової та скелетної системи. Біопротезування можуть застосовувати для:

- контролю та управління кінцівок, суглобів чи інших частин тіла;
- надання допомоги при русі в цілому;
- знерухомлення у певному місці;
- зменшення тиску на опорні елементи з певною метою;
- реабілітації при переломах після зняття гіпсу;
- забезпечення кращої можливості рухатись або зменшити біль.

Біопротезування об'єднує знання з анатомії та фізіології, біомеханіки та інженерії. Пацієнти, яким необхідно біопротезування, можуть мати різні патології, наприклад, розщеплення хребта, дитячий церебральний параліч або зазнали травм спини чи інсульту. Але, біопротези можуть використовувати у профілактичних цілях і для оптимізації продуктивності у спорті.

Біопротези раніше робилися на основі креслень після вимірювання розмірів кінцівок для кращого створення спеціалізованих пристроїв. З появою пластичної хірургії, для виробництва використовували гіпсування форми потрібної частини тіла. В даний час САПР (система автоматизованого проектування і розрахунку – CAD), АСТПВ (автоматизована система технологічної підготовки виробництва – CAM), верстати з ЧПУ (числовим програмним управлінням) і навіть 3D-друк беруть участь в ортопедичних виробництвах. Біопротези виготовляють з різних матеріалів: термопластів, вуглецевих волокон, еластичних шин, металів, тканин чи сукупності подібних матеріалів. Деякі конструкції можна придбати у магазинах; інші потребують рецепту від лікаря.

Протези верхньої кінцівки. Протези верхніх кінцівок, електромеханічні пристрої або механічні, які застосовують на поверхню руки, для того, щоб відновити або поліпшити функцію сегментів руки, які стиснуті даними приладами. Проблеми опорно-рухового апарату можна зменшити за допомогою ортопедичних механізмів верхніх кінцівок.

Біопротези для ніг. Біопротези для ніг містять індивідуальну для кожного вставку у взуття. Ці біопротези називають «ортопедичними», вони забезпечують підтримку стопи, розподіляють дію сил, а також вирівнювання суглобів ніг, при стоянні, бігу або ходьбі.

Висновок. В світі активно розробляються і успішно впроваджуються в навчальний процес та в практичну охорону здоров'я комп'ютерні системи діагностики – CAD (computer added diagnostic), які виконують різні завдання. На основі проведеного аналізу можна зробити наступні висновки.

1. Створені навчальні CAD системи призначені для фахівців-початківців, для допомоги прийняття рішень в складних ситуаціях діагностики, для практикуючих лікарів, використовуються в скринінгових програмах.
2. Для технічних додатків, для медичних цілей також розробляються системи CAD (computer – aided diagnosis – комп'ютерна діагностика). Частина з них уже успішно функціонує, але такі системи є всього лише «асистентами» лікаря-діагноста, який приймає рішення.
3. Алгоритми CAD-систем медичних зображень, що включають в себе сегментацію зображення, їх аналіз, параметричний опис виділених об'єктів, їх класифікацію, що значно полегшує задачу діагностування.
4. CAD – системи збільшують ефективність методів променевої діагностики.

Список літератури

1. Иванова Е.А. Методики применения САД-технологий в стоматологической диагностике / Е.А. Иванова, А.А. Трифонов // Инженерный вестник Дона. – 2015, №2. – С. 1–6. <https://cyberleninka.ru/>
2. С.Ю. Сасенко, І.В. Нечипоренко. Основи САПР, довідник. – 2017. – С. 24–25.
3. С.Ю. Сасенко, І.В. Нечипоренко. Основи САПР, довідник. – 2017. – С. 9–11.
4. Волосников А. Возможности внедрения систем автоматизированного проектирования в клиническую практику медицинских учреждений травматологии и ортопедии // САПР и графика. – 2013, №5. – С. 10–15. <https://sapr.ru/article/23814>
5. Ковалик С. Біопротезування кінцівок / С. Ковалик, В. Николайчук, В. Дозорський // Матеріали VII науково-технічної конфції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, (Тернопіль, 11 – 12 грудня 2019 р.). – С. 49.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ

Дудзинский Юрий Михайлович
д.ф.-м.н., профессор

Жубрева Валерия Геннадиевна
студентка гр. НСБМ-191

Державний університет «Одеська політехніка»
м. Одеса, Україна
perchik010102@gmail.com

Аннотация. Развитие телемедицины сопровождается существенными изменениями в медицинской теории и практике, связанными с внесением корректив к подготовке медицинских работников. Информационные технологии (ИТ) помогают врачу проводить объективную диагностику заболеваний, накапливать и эффективно использовать полученную информацию на всех стадиях лечебного процесса и, что самое важное для медицинской науки, являются неоценимыми в научном познании. Это целый программно-технический комплекс, который готовит и обеспечивает процессы сбора, хранения и обработки информации в отраслях медицины и здравоохранения.

Ключевые слова: информационные технологии, телемедицина, телеобучение, мобильные телемедицинские комплексы.

Образовательный процесс, как составляющая общегосударственного научного и хозяйственного процесса непременно связан с развитием других отраслей научно-технической и хозяйственной деятельности общества. Одним из основных и перспективных направлений развития научно-технической сферы является распространение компьютерной техники и электронных технологий, которые быстро вошли в повседневную жизнь человека, не говоря уже о ее профессиональной деятельности.

Сейчас фактически во все области здравоохранения внедрены информационные технологии (ИТ). Благодаря этому медицина приобрела сегодня абсолютно новые черты.

Сложные медицинские исследования невозможны без вычислительной техники. В первую очередь, здесь можно привести как пример компьютерную томографию (исследование внутренних органов и тканей), ультрасонографию, томографию с использованием ядерно-магнитного резонанса, исследования с применением изотопов, ультразвуковые исследования. Объем данных при такой диагностике огромный, человек просто не в состоянии его обработать и на это потратилось бы приличное количество

времени. Применение ИТ в медицине оказали воздействие на автоматизацию оформления документов в медицинских учреждениях, а также появились программные компоненты для диагностирования и терапии, информационно-статистические системы для обработки результатов биологических и физиологических исследований и т.д. [2].

На базе ИТ успешно эволюционирует и такая область, как телемедицина. Телемедицина как результативный способ учреждения здравоохранения и практической медицины непосредственно связана с приборостроением, электрическими измерениями, электротехническими и электронными технологиями и производствами, сетевыми технологиями.

Ведущие тренды телемедицины: телемедицинские совещания, телеобучение, трансляция хирургических операций, подвижные телемедицинские комплексы, системы удалённого биомониторинга, домашняя телемедицина [3].

Телемедицинские совещания выполняются путем обмена медицинской данных по телекоммуникационным средствам связи. Консультации могут вестись как в «зарезервированном» режиме, так и в системе настоящего времени. Зарезервированные телесовещания это доступный и простейший метод дистанционного консилиума с привлечением ведущих специалистов из разных городов и стран. Упрощает и существенно ускоряет механизм передачи медицинских сведений из одних медучреждений в другие. Этот способ не слишком подходит для неотложных происшествий, однако низкочастотный и весьма результативный при стационарном лечении и надлежащем координационном снабжении процесса.

Наилучшей считается система телемедицины, что предоставляет консультации в системе текущего времени (рис. 1, 2). Эти совещания более строгие к техническому оборудованию. Их осуществляют с использованием сверхширокополосных линий связи, быстрого интернета и качественной видеотехники.

Различают телеконсилиумы, телеконсультации «врач-врач» и телеконсультации «врач-пациент».

- Телеконсилиумы

а) без участия пациента. Участники консилиума получают доступ к медицинским электронным записям и другой необходимой информации о состоянии пациента. Выработанное решение оформляется в виде электронного протокола консилиума, который заверяется электронными подписями участников консилиума. Протокол консилиума лечащим врачом вносится в электронную медицинскую карту пациента.

б) с участием пациента.

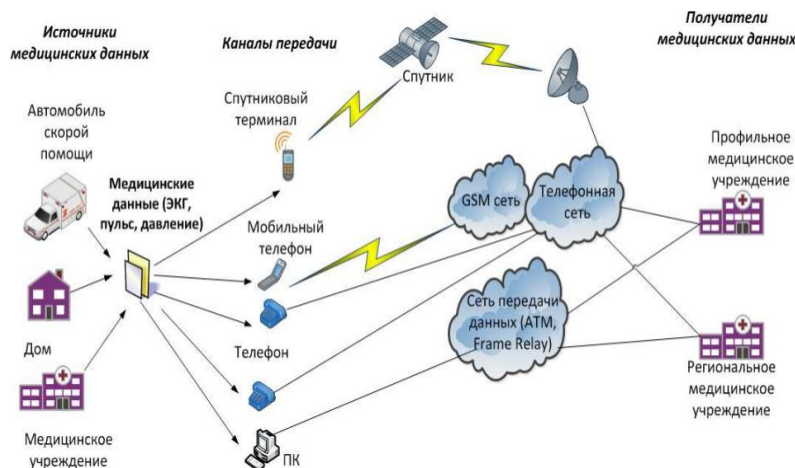


Рис.1. Используемые сетевые технологии построения сетей телемедицины.



Рис. 2. Консультація в режимі реального часу.

Проводиться з оглядом пацієнта при використанні аудіовізуальних програм, і телемедичних пристроїв. Телемедичними пристроями керує лікуючий лікар або асистент, які знаходяться поруч з пацієнтом. Всім учасникам консилиуму надається можливість: брати участь в огляді, аналізувати результати вимірювань фізіологічних параметрів, а також бачити зображення і чути звуки, отримані за допомогою телемедичних пристроїв. Протокол консилиуму складається і реєструється, як і в разі консилиуму без участі пацієнта.

Телеконсультації «лікар-лікар»:

а) без участі пацієнта. Лікар-консультант повинен мати доступ до медичних електронних записів, і іншої інформації про пацієнта. Результати консультації в формі електронного протоколу, який завершується лікуючим лікарем, записується в електронну медичну карту.

б) з участю пацієнта. Проводиться з оглядом пацієнта при використанні аудіовізуальних програм і телемедичних пристроїв. Телемедичними пристроями керує лікуючий лікар або асистент, які знаходяться поруч з пацієнтом. Лікар-консультант має можливість брати участь в огляді, переглядати і аналізувати результати вимірювань фізіологічних параметрів.

Ініціатором консультації можуть бути як лікуючий лікар, так і пацієнт. Перед початком консультації лікуючий лікар ознайомлюється з електронною медичною картою пацієнта. Результати опитування пацієнта, висновок, призначення і рекомендації лікаря вносяться в електронну медичну карту. При первинному зверненні пацієнта, результатом консультації може бути тільки запис на прийом до лікуючого лікаря, або направлення на дослідження до лікаря-спеціаліста.

Повторна консультація пацієнта лікуючим лікарем допускає: внесення змін до тактики лікування, направлення на медичні процедури, а також видачу рецептів на медичні препарати. Результати повторних консультацій вносяться в електронну медичну карту пацієнта. Профілактична консультація пацієнта лікуючим лікарем може виконуватися з допомогою обміну електронними повідомленнями (SMS), по електронній пошті або через «особистий кабінет» пацієнта на сайті. Результати такої консультації вносяться лікуючим лікарем в електронну медичну карту пацієнта.

«Друге думка».

Пацієнт має право отримати консультацію у будь-якого лікаря за вибором. Лікар-консультанту надається вся необхідна інформація в анонімізованому вигляді. Затверджена електронна копія висновку лікаря-консультанта надсилається пацієнту. За рішенням пацієнта висновок лікаря-консультанта може бути внесено лікуючим лікарем в електронну медичну карту пацієнта.

В каждом случае предоставляется обязательное и свободное общение между экспертом и лечащим доктором. Как правило такие консультации ведутся чаще всего с участием пациента. Телемедицинские системы позволяют создавать переговоры с экспертом видеосовещания на любой дистанции и предоставить почти все нужные для профессионального заключения врачебные сведения (отчёты из медицинской карты, рентгенограммы, компьютерные томограммы, снимки УЗИ и т.д.).

Использование электросетевых камер способствует организации трансляции оперативного вмешательства. Эта методика может применяться также в режиме наставничества, когда более опытный врач на расстоянии управляет действиями менее опытного коллеги в режиме реального времени [1].

Приобретают развитие мобильные телемедицинские комплексы (портативные, на базе реанимобиля и т.д.) для действия во время несчастных случаев. Малогабаритными переносимыми диагностическими комплексами возможно пользоваться в отсутствии телемедицинских кабинетов в больницах и различных центрах, только там, где образовалась потребность. Этими комплексами разумно оборудовать и автомобили скорой медицинской помощи, в первую очередь специализированные, кабинеты семейных врачей, районные и сельские больницы, медицинские части МЧС и подразделения МО. Инновационный мобильный телемедицинский комплекс связывает в себе высокопроизводительный компьютер, снабженный соответствующими и интерфейсами для стыковки с различного рода медицинскими устройствами, системы беспроводной связи, инструменты видеосовещания и средства IP-информвещения [2]. Для внедрения мобильных систем имеется ряд проблем.

- Не вся территория региона покрывается мобильной интернет сетью.
- Качество и надежность портативных электронных устройств ниже, чем стационарных.
- Стоимость этих устройств выше, чем стационарных.

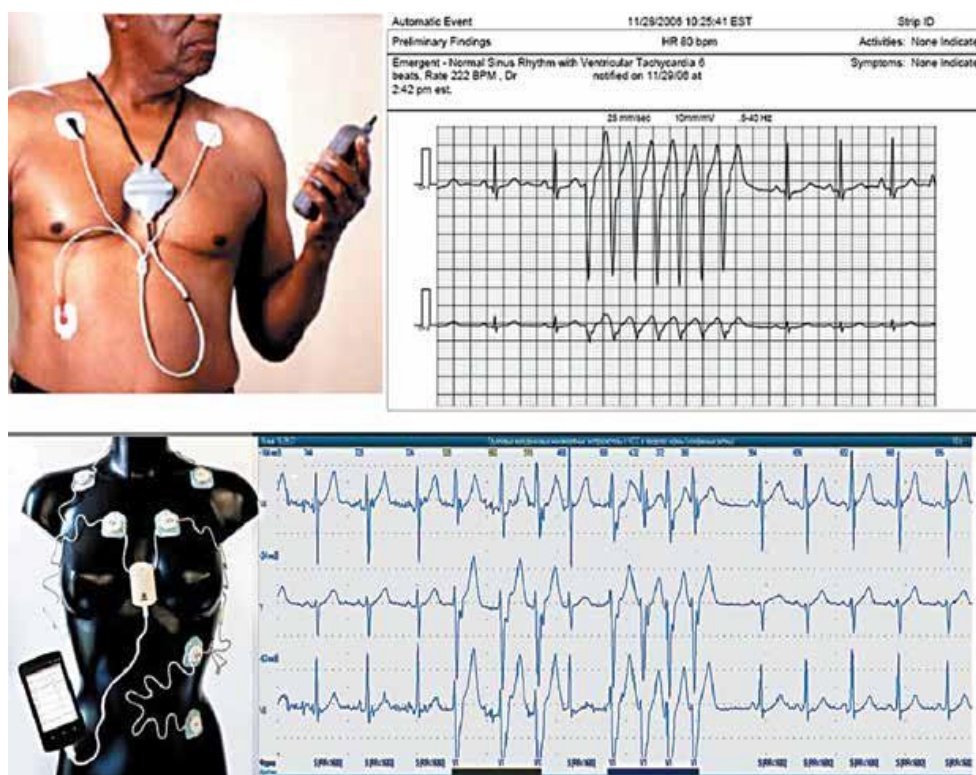


Рис. 3. Биодатчики, которые регистрируют ЭКГ.

Телемедицинские системы подвижного наблюдения используются для контроля за больными, страдающими хроническими заболеваниями, как и на промышленных производствах для наблюдения за самочувствием рабочих (к примеру, операторов на атомных электростанциях). Характером развития таких систем есть мультиинтеграция сенсорных датчиков в одежду, разного рода аксессуары, смартфоны и другую технику. Для примера жилет с набором биодатчиков, фиксирующие ЭКГ (рис. 3), артериальное давление и группу иных параметров, или смартфон со способностью слежения ЭКГ и считывание ее методикой GPRS в лечебный центр, а также с перспективой нахождения местоположения человека в ситуациях угрозы здоровью [2].

Это имеет огромное значение, в частности, для людей с сердечной недостаточностью, которые нуждаются в постоянных и неоднократных проверках. Именно комплексы, которые включают в себя датчики, что фиксируют температуру тела, давление крови, ЭКГ и функции дыхания, соединяются с дисплеем, который машинально посылает информацию в телемедицинский центр [3].

Выводы. Обследование пациента в данный момент очень сложно произвести без эксплуатации нынешнего диагностического оборудования. Подобная техника лишает врача от многочисленного масштаба обыденной работы, потому как перспективы телемедицины способствуют накоплению и классификации сведений исследования, наладить параметры изучаемой части организма пациента и сопоставить приобретённые данные со стандартными результатами. Присутствие цифрового дисплея способствует получению изображений изучаемого участка тела в соответствующих ракурсах, что, конечно же, помогает диагностированию. Описанные проблемы необходимо решать комплексно. Удешевлять технологию производства радиоэлектронных компонентов и мобильных приборов, развивать мобильную связь и интернет, внедрять инновационные экономичные источники электропитания, системы охлаждения и резервирования.

Список литературы

1. Зільбер А. П. Клінічна фізіологія в анестезіології і реанімації. – М. : Медицина, 1984. – 480 с.
2. Лінденбрaten Л. Д. Медична рентгенологія і радіологія / Л. Д. Лінденбрaten, І.П. Корольок. – М.: Медицина, 1999. – 560 с.
3. Чеський Ю.В. / Конспект лекцій з курсу «Вступ до біомедичної інженерії» / Частина 1. – 2017. – 22 с.
4. Морозов С.П., Владимирский А.В., Ледихова Н.В., Кузьмина Е.С. Экспертное телемедицинское консультирование в службе лучевой диагностики / С.П. Морозов, А.В. Владимирский, Н.В. Ледихова, Е.С. Кузьмина // Телемедицина. – 2018, №1. – С. 48–56.

ПРОГРАММЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Дудзинский Юрий Михайлович

д.ф.-м.н., профессор

Лысых Антон Андреевич

студент гр. СБМ-201

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

anton2122144@gmail.com

Аннотация. Сфера образования, и в частности, высшего медицинского образования, длительное время является одним из главных объектов компьютеризации. Развитие

программы для медицинского образования сопровождается существенными изменениями в медицинской теории и практике, связанными с внесением корректив к подготовке медицинских работников. Применение программного продукта (ПП) помогают врачу проводить объективную диагностику заболеваний, накапливать и эффективно использовать полученную информацию на всех стадиях лечебного процесса, и эта информация помогает обучать новых медиков. Это целый программно-технический комплекс, который готовит и обеспечивает процессы сбора, хранения, обработки информации и обучения в отраслях медицины и здравоохранения.

Ключевые слова: программный продукт (ПП), системы поддержки принятия решений (СППР), экспертные системы (ЭС), кейс-метод (Case Based Learning), case-study, Кейс-технология

Введение. Введем понятие программного продукта (ПП). По одному из определений ПП – это программное обеспечение и соответствующая документация, предназначенная для поставки пользователю [1].

Рассмотрим актуальность ПП для медицины, в целом, и для медицинской аппаратуры, в частности. В области медицины они являются удобным и эффективным интерактивным средством анализа конкретной ситуации, отражающей состояние здоровья пациента, проведения дифференциальной диагностики и выбора лечебной тактики [2]. Иначе говоря упрощает работу врачам, и возможно предотвращает ошибки.

Обзор программных продуктов (ПП) для медицинского образования затруднён вследствие нерешённости задачи классификации в рассматриваемой предметной области. Иными словами, какая-либо достаточно распространённая, а тем более общепринятая классификация образовательных ПП отсутствует. Это обстоятельство определяет путаницу и взаимное непонимание в многочисленных дискуссиях относительно достоинств и недостатков медицинских образовательных систем [3].

Модели обучения. Модель обучения, как процесс обмена информацией. Любое управление направлено на требуемое изменение свойств какого-либо объекта (объектов) за некоторое конечное время, и всегда сводится к обмену некоторым количеством информации между управляющим и управляемым объектом. Таким образом, наиболее общая модель процесса обучения в учебном заведении функционально выглядит так, как показано на рис.1.



Рис.1 Модель обучения

Теория управления рассматривает прикладные программные системы в качестве средств реализации моделей реального мира в интересах и рамках соответствующей предметной области [4]. Поэтому на приведенной функциональной схеме (рис. 1) в

зависимости от реально существующего информационного потока и/или каждого объекта соответствует либо может соответствовать свой класс образовательных ПП. Указанное обстоятельство даёт возможность использования хорошо обоснованной и легко понятной рабочей классификации образовательных ПП в различных направлениях медицины.

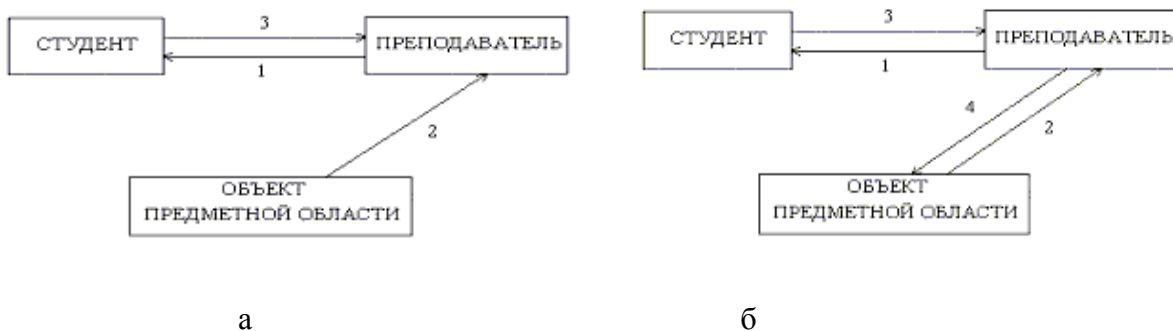
Весьма многочисленные теоретические и практические исследования создания и применения ПП, автоматизирующих управление учебным процессом [5, 6], остаются за пределами настоящей статьи. На рис. 1 этим ПП соответствуют модели обмена информацией между администрацией учебного заведения и остальными субъектами [3].

Пассивное обучение. Рассмотрим условную ситуацию, в которой процесс обучения выглядит так, как показано на рис. 2. Управляющий объект (преподаватель, консультант), получив информацию о предметной области, в переработанном виде передаёт её управляемому объекту (студенту, слушателю курсов). Оставив в стороне вопрос о дидактической ценности такой схемы обучения, тогда моделям информационного потока 1 соответствует класс образовательных ПП, который можно назвать электронными учебниками, а моделям информационного потока 2 – т.н. системы поддержки принятия решений (СППР), частным случаем реализации, которых являются экспертные системы (ЭС) [3].



Рис.2. Пассивное обучение в сочетании с ростом теоретических знаний преподавателя

Рассуждая аналогичным образом, и рассматривая рис. 3 и рис. 4 приходим к формированию таблицы, в которой и отражена применяемая в настоящем обзоре классификация ПП для обучения в медицине. Универсальные оболочки обучающих систем, такие, как **Lotus Learning Space** компании **IBM**, а также инструментальные средства для создания электронных средств обучения, не являются самостоятельными реализациями моделей информационных потоков в медицинском образовании и в данной классификации не участвуют [3].



а

б

Рис. 3. Разновидности обучения:

- а – пассивное обучение с контролем знаний в сочетании с ростом теоретических знаний преподавателя;
- б – пассивное обучение с контролем знаний в сочетании с профессиональным ростом преподавателя.

Современные программные продукты. В современном мире существует огромное разнообразие ПП для интеллектуальной, прикладной, учебной и др. областей деятельности конкретного индивида и корпораций. Не обошла стороной эта тенденция и медицину: научные исследования, разработку медицинской аппаратуры, обучение будущих врачей или повышение их квалификации.

Исследовательский подход Case Based Learning. В настоящее время для обучения и повышения квалификации специалистов за рубежом применяется и активно развивается Кейс-метод (Case Based Learning). Это «исследовательский подход, который используется для глубокого и многогранного понимания сложной проблемы в контексте реальной жизни» [7]. Кейс-метод принципиально отличается от проблемно-ориентированного обучения [8] тем, что осуществляется на конкретных примерах.

Кейсы в области медицины являются интерактивным средством анализа конкретной ситуации, отражающей состояние здоровья пациента, проведения дифференциальной диагностики и выбора лечебной тактики. Актуальность применения кейс-метода в современном медицинском образовании определяется государственными образовательными стандартами конкретных стран. В частности, обращено внимание на необходимость использования активных и интерактивных форм проведения занятий: «компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разборы конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги, групповые дискуссии и др.» [9]. Применение кейс-метода дополняет традиционные методы обучения (лекции и практические занятия) и направлено не столько на получение новых знаний, сколько на формирование профессиональной компетентности, умений и навыков мыслительной деятельности [10].

Кейс-метод, применяемый в медицине, включает набор клинических случаев, которые предлагаются пользователям в процессе обучения для анализа в интерактивном режиме. Использование мультимедиа технологий при реализации медицинских кейсов помогает им достичь лучшего понимания сложной проблемы пациента, например, при диагностике редкого заболевания. Кейс, как правило, включает объективные данные пациента: фото и видео материалы осмотра с комментариями лечащего врача и других специалистов, записи характерного голоса больного, результаты проведенных исследований, а также формулировки вопросов, возникающих в процессе диагностики.

Важные составляющие кейс-метода являются:

- оценка действий пользователя;
- объяснение допущенных ошибок [2].

Развитие Web-технологий предоставляет возможность удаленным пользователям проводить виртуальную диагностику в режиме дистанционного доступа. Цель данной работы – обзор отечественных и зарубежных публикаций по медицинским кейсам современных Web-приложений по обучению диагностике болезней на основе кейс-метода [2].

Актуальность использования Case-метода. Актуальность использования Case-метода в российском медицинском образовании находит свое подтверждение во многих публикациях. Так, например, авторы учебного пособия «Интерактивные методы обучения в медицинском вузе», отмечают, что основная функция кейс-метода – учить студентов решать сложные неструктурированные проблемы, которые невозможно решить аналитическим способом. Кейс активизирует студентов, оставляя обучаемых один на один с реальными ситуациями. Авторы дают подробное описание и классификацию учебных кейсов и отмечают важность использования ситуационных задач в образовании.

В работе «Интеллектуальный анализ медицинских данных с использованием кейсовой технологии» автор описывает учебный кейс по интеллектуальной обработке медицинской информации, который «способствует формированию таких качеств будущего специалиста,

как умение вырабатывать и принимать модель конкретных действий, способность к поиску новых знаний, способность вырабатывать модели решения проблем, умение аргументировать и отстаивать свою точку зрения» [11]. В работе «Алгоритм составления кейса в процессе освоения клинических дисциплин в медицинском вузе» авторы описывают структуру элементов для реализации метода case-study. Они представляют алгоритм формирования кейса по дисциплине «Клиническая медицина» и отмечают, что «кейсы создают впечатление «реальности» рассматриваемых ситуаций и, следовательно, стимулируют глубокое погружение студента в процесс анализа и взаимодействия с партнерами» [12]. Авторы работы «Организация самостоятельной работы студентов на кафедре терапевтической стоматологии» отмечают, что метод «case-study» активизирует самостоятельную работу студентов и описывают «клинические ситуационные задачи» как форму этого метода [2].

Выводы. По мнению ряда авторов, достижение успешных результатов и эффективности учебного процесса с применением кейс-технологий определяется двумя важными факторами: методикой и содержанием кейса. В работе «Кейс-технологии на занятиях английского языка в медицинском университете» авторы отмечают, что в медицинских вузах кейс-метод может использоваться не только при решении проблем, связанных с диагностикой или лечением пациентов, но также позволяет студентам совершенствовать навыки говорения на иностранном языке, приводя примеры ситуаций, предлагаемых преподавателем на занятиях английского языка. Т. Юшманова и соавторы в работе «Кейс-технология как инновационный метод в преподавании ортопедической стоматологии» описывают разработанный и используемый учебный кейс по ортопедической стоматологии и отмечают позитивное восприятие этого кейса студентами. Авторы статьи «Использование метода кейсов в преподавании фтизиатрии в медицинском вузе» отмечают положительный эффект от внедрения кейс-метода, повышенный интерес студентов и уровень мотивации преподавателя [2].

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9126 – https://technical_translator_dictionary.academic.ru/192173/программный_продукт
2. Путинцев А.Н., «Научно-исследовательский клинический институт педиатрии им. акад. Ю.Е. Вельтищева» / А.Н. Путинцев, Т.В. Алексеев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 12 (часть 9). – С. 1655–1659. <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=11141>
3. Обзор программных продуктов для медицинского образования – С.В. Радченко – С. 1–10. http://1gkb.infomed.su/01_2_1/
4. Новосельцев В.Н. Математическое моделирование и теория управления // Электронный медицинский журнал. – 2000, №1. – С. 10–11. http://1gkb.kazan.ru/00_1_1/
5. Бершадский А.Ш. Региональное информационное пространство (среда) для целей образования. – В кн.: Труды XXIII Международной конференции "Новые информационные технологии в науке, образовании и бизнесе". – Гурзуф, 1996. – С. 196–197.
6. Ладанов В.И. Учебно-методические комплексы по изучению перспективных информационных технологий. – В кн.: Труды XXIII Международной конференции "Новые информационные технологии в науке, образовании и бизнесе". – Гурзуф, 1996. – С.191–195.
7. Crowe S. The case study approach / Crowe S., Cresswell K., Robertson A., Huby G., Avery A., Sheikh A. // BMC Medical Research Methodology. – 2011, June 27; Article number: 100 (2011) – P. 219–221.
8. Barrows H.S. A taxonomy of problem-based learning concepts // Med Educ. – 1986, V. 20 (6) . – P. 481–486.

9. Федеральный государственный образовательный стандарт ВПО по специальности 060103 Педиатрия. 2010. – Режим доступа. URL: <http://fgou-vunmc.ru/vocational/fgosvpo/fgos/FGOSpediatria.pdf> (дата обращения: 15.12.2016).

10. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения – Режим доступа. – URL: <http://evolkov.net/case/case.study.html>.

11. Никонорова М.Л. Интеллектуальный анализ медицинских данных с использованием кейсовой технологии // Врач и информационные технологии. – 2016, №1. – С. 54–59.

12. Гаранин А.А. Алгоритм составления кейса в процессе освоения клинических дисциплин в медицинском вузе / А.А. Гаранин, Гаранина // Образование и наука. – 2016, №3 (132). – С. 198–206.

УДК 615.47

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕДИЧНИХ ПРИСТРОЇВ З МІКРОПРОЦЕСОРАМИ

Найденко Олена Валеріївна

к.т.н., доцент

Ніколаєва Аделіна Юріївна

студентка гр. СБМ-181

Плахова Римма Григорівна

студентка гр. СБМ-181

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

avnaidenko@opu.ua

ad.nikolaieva@gmail.com

[rimmaplahova0507@gmail.com](mailto:rimaplahova0507@gmail.com)

Анотація. Комп'ютерне моделювання в наш час є головним технічним арсеналом фахівців більшості спеціальностей. Завдяки йому можливо обійтись без потреби збирати власноруч розроблену схему для перевірки її на працездатність або ж вже відомі приклади схем для їх вивчення і дослідження. В даній роботі розглядається спосіб використання мікроконтролера в медичних пристроях за допомогою комп'ютерного моделювання, приводиться приклад моделювання схеми ультрафіолетового ліхтаря. Окремо зазначені напрямки використання в медицині даного типу освітлення.

Ключові слова. мікропроцесор, MCU, ультрафіолет, комп'ютерне моделювання, медична апаратура.

Сучасне електронне обладнання, що використовується в медичній діагностиці, фізіотерапії та медико-біологічних дослідженнях, досить складно в розробці, аналізі та вивченні. Ефективність вивчення і досліджень медичної апаратури істотно зростає при комп'ютерному моделюванні засобів медичної електроніки і електротехнічних систем на основі мікропроцесорів [1, с. 74]. Здібності мікропроцесорів не підлягають сумнівам. Їх використовують в абсолютно різних приладах, в залежності від завдань, які переслідує розробник. Мікропроцесор є досить важливим елементом у створенні медичних електронних приладів будь-якої складності – від стерилізаційних до реанімаційних пристроїв. Приклад використання мікропроцесорів PIC16f84 в програмному забезпеченні Multisim для відображення даних на індикаторі приведено на рис.1.

Використання в медицині ультрафіолетового випромінювання є ефективним методом для створення здорового організму людини, лікування деяких хвороб. Завдяки науковим розробкам і прогресу в цій області є можливість впливати на здоров'я людей. Стосовно актуальних проблем сьогодення – ультрафіолетове випромінювання можна використовувати для дезінфекції COVID-19, точніше для обробки побутових поверхонь за-для боротьби з розповсюдженням цього вірусу [2, стр 34-36]. Ультрафіолетові системи стерилізації повітря широко використовуються в лікарнях, кабінетах лікарів, будинках престарілих, реабілітаційних центрах та інших медичних установах та успішно усувають повітряно-передавальні агенти, бактерії [3], грибки, віруси, спори, пилові кліщі та паразити.

Світлотерапія, фотодинамічна терапія (ФДТ) та фототерапія використовують світло з певної довжиною хвилі для лікування таких захворювань: шкірні розлади, такі як псоріаз, екзема, вітіліго та вугрі; порушення сну; загоєння ран; розлади настрою.

А ось доволі розповсюджене твердження про те, що УФ застосовують судмедексперти для пошуку слідів біологічних речовин знедавна є міфом. Цей факт став таким після винаходу ДНК-експертизи, тобто з можливістю визначення приналежності біологічних зразків певному суб'єкту. Так як ультрафіолет руйнує органічні ланцюжка ДНК, то подібний пристрій, унеможливило визначення «джерела» зразка.

Схема ультрафіолетового ліхтаря на світлодіодах приведена на рис.2. Управління відбувається за допомогою перемикачів, а основна інформація, необхідна для роботи, виводиться на екран. Це дозволяє на практиці розібратися з пристроєм, в основі котрого лежить мікроконтролер, вивчити можливості його підключення і програмування.

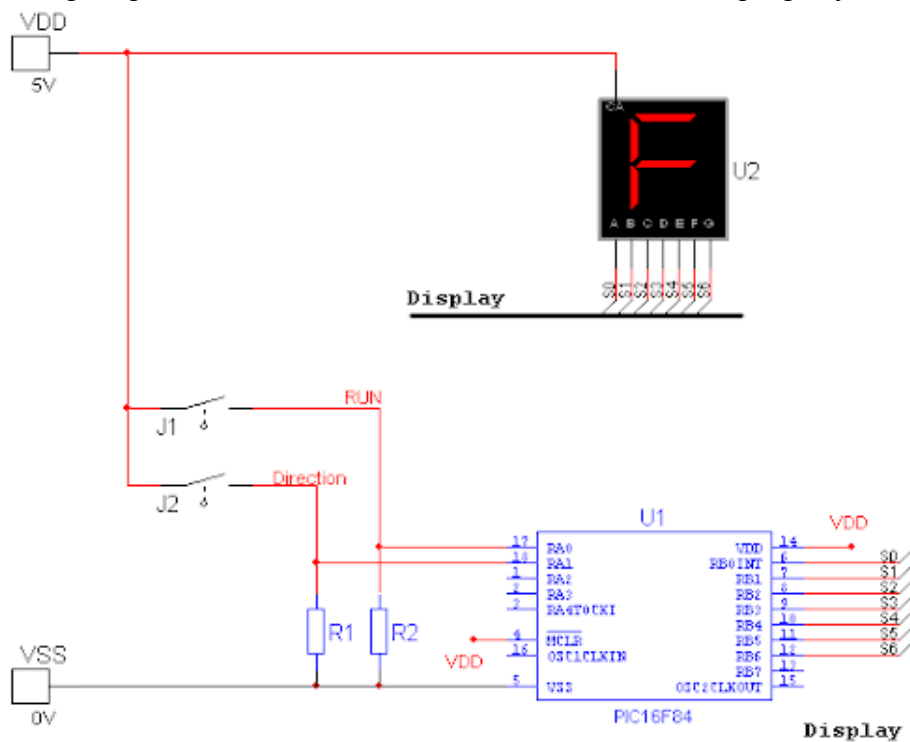


Рис. 1. Вивід інформації на семісегментний індикатор.

На рис.2. в графічному вигляді представлені такі елементи електронної ланцюга:

- 1) вимикач кнопочний з замикаючим контактом позначені 'LEFT', 'RIGHT', 'START';
- 2) мікроконтролер;
- 3) світлодіоди;

- 4) польовий транзистор з ізольованим затвором і індукованим каналом n-типу;
- 5) біполярний транзистор прп-типу;
- 6) динамік;
- 7) підсилювач, що інвертує;
- 8) резистори;
- 9) конденсатори;
- 10) дисплей LCD Nokia 5110;
- 11) заземлювач;

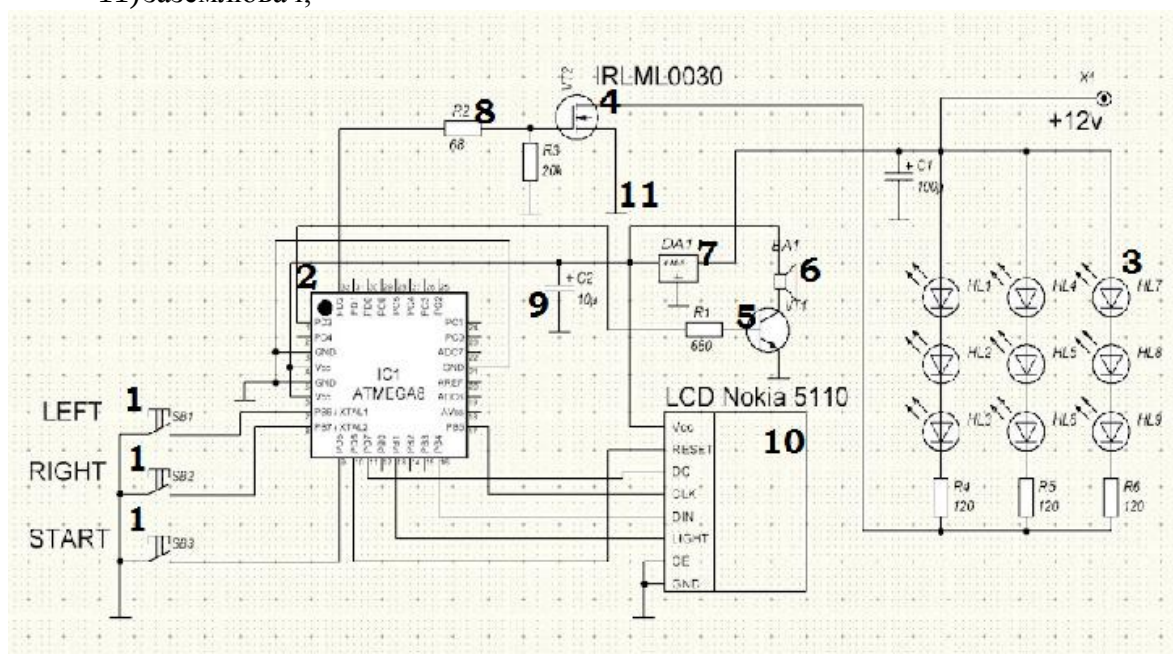


Рис.2. Схема ультрафіолетового ліхтаря на світлодіодах.

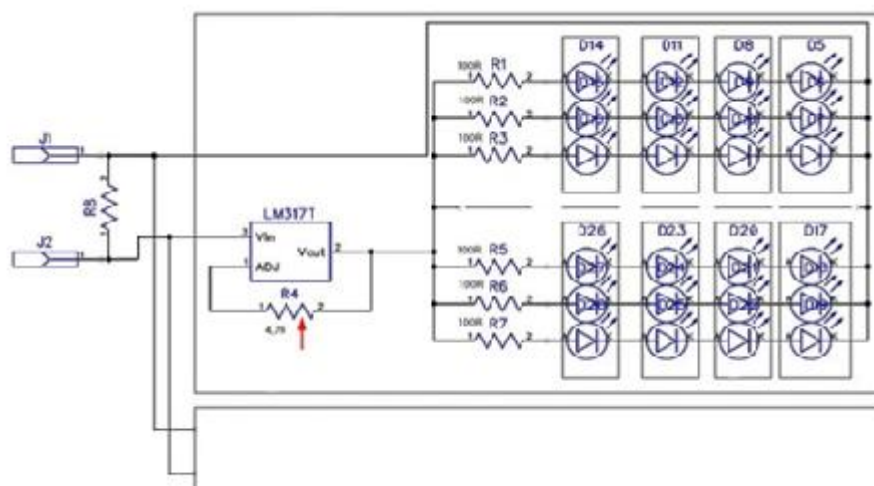


Рис.3. Блок світлодіодів зі стабілізатором на LM317T.

Незважаючи на просту конструкцію пристрою, він все ж має доволі високий рівень користі при певних модифікаціях. Так, наприклад, подібні, але значно більші УФ-лампи використовують для стерилізації повітря в операційних [4, с.196-200], а також для ефективної стерилізації хірургічного обладнання. В основі таких конструкцій лежить

система OPL (open theatre light) в якій може бути використаний світлодіодний модуль (рис.3), або світлодіодну матрицю (рис.4).

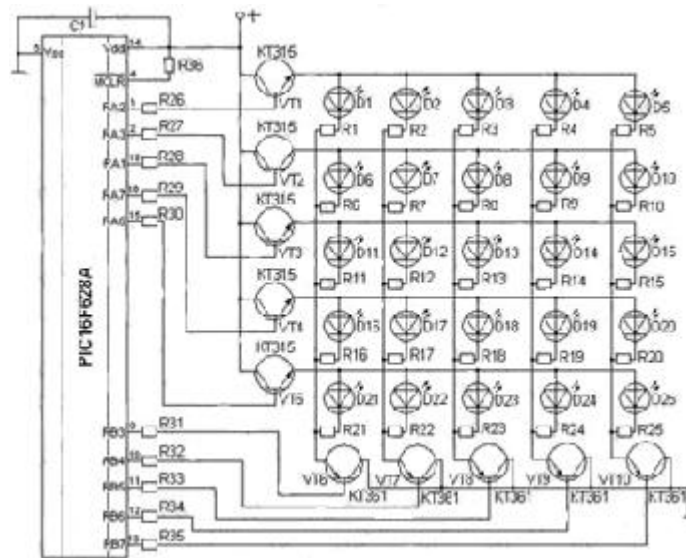


Рис.4. Схема зображення світлодіодної матриці.

За своєю будовою такі конструкції схожі з наведеним вище ліхтарем на світлодіодах, що є доказом багатofункціональності мікроконтролера. Використовуючи одну й ту саму схему, можна отримати різні результати або ж режими роботи, вносячи відповідні правки в код програми контролера відносно бажаної мети.

Звичайно, між фізичним, моделюванням і проведенням тих же операцій у віртуальному середовищі існують деякі відмінності. Але несуттєві похибки, що виникають в силу відсутності впливу факторів зовнішнього середовища, з легкістю компенсує доступність і простота використання. Завжди під рукою віртуальні еквіваленти компонентів з можливістю відтворення невеликих за складністю пристроїв або навіть ділянок біологічної тканини в рамках дослідницької діяльності. Комп'ютерне моделювання і програмування схем для аналогової, цифрової і силовий електротехніки вкрай корисно, як в рамках навчання, так і для проведення досліджень.

Висновок. Безсумнівною перевагою розвитку комп'ютерних технологій є доступність і простота у використанні. Приклавши деякі зусилля здобувач спеціальності, що починає ознайомлення з різними програмами для розробки і моделювання електронних схем з мікропроцесорами, зможе легко і зрозуміло придбати навички їх підключення і програмування.

Комп'ютерне моделювання має ряд переваг, які допоможуть в моделюванні, тестуванні електронних схем. В основному використовується в навчальних закладах, де здобувачі разом з викладачами мають можливість в повній мірі застосовувати всі інструменти для вивчення електроніки і мікропроцесорної техніки. Простий і зрозумілий новачкові інтерфейс, концепція віртуальних інструментів, можливість налаштування деяких параметрів, різні функції аналізу, тестування і опис схем – все це, безпосередні переваги комп'ютерного моделювання.

Список литературы

1. Дудзінський Ю.М., Манічева Н.М., Найдено О.В. Застосування програмного NI Multisim забезпечення для дослідження та аналізу біомедицинської апаратури. [Текст] / Ю.М.Дудзінський, Н.В.Манічева, О. В. Найдено // Прикладні системи та технології в

інформаційному суспільстві: зб. тез доповідей і наук. повідомл. Учасників IV Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 30 вересня 2020 р.) – К.: Київський нац.ун-т імені Тараса Шевченка, 2020. С.74-75

2. Anil Kumar, Archana Sagdeo, Pankaj R. Sagdeo. 2021. «Possibility of using ultraviolet radiation for disinfecting the novel COVID-19», Photodiagnosis and Photodynamic Therapy, Volume 34, 102234, ISSN 1572-1000, доступ за посиланням: <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2021.102234>.

3. Kathleen McMullen, Rebecca M. Guth, Helen Wood, Cassandra Mueller, Gaylene Dunn, Rebecca Wade, Adnan Siddiqui, Erik R. Dubberke, Keith F. Woeltje, David K. Warren, 2020. «Impact of no-touch ultraviolet light room disinfection systems on Clostridioides difficile infections», доступ за посиланням: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.08.030>

4. Gannon L. Curtis, Mhamad Faour, Michael Jawad, Alison K. Klika, Wael K. Barsoum, Carlos A. Higuera 2018. «Reduction of Particles in the Operating Room Using Ultraviolet Air Disinfection and Recirculation Units», The Journal of Arthroplasty, Volume 33, Issue 7, Supplement, ISSN 0883-5403, доступ за посиланням: <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.11.052>.

УДК 616-079.1

ВИКОРИСТАННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ «МАМОС» У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Тітова Наталія Володимирівна

д.т.н., проф., зав. кафедрою БМІ

Кокідько Людмила Анатоліївна

старший викладач

Коваленко Крістіна Анатоліївна,

студентка гр. ЕСБМ-191

Державний університет «Одеська політехніка»

м. Одеса, Україна

titova.n.v@opu.ua

kokidko.l.a@opu.ua

lcobajlehlco@gmail.com

Анотація. В статті йдеться про елементи організації навчального процесу спеціальності «Біомедична інженерія» з використанням сучасного діагностичного обладнання МАМОС. Зроблено аналіз мамографів, вказано на їх переваги та недоліки. Показано можливість як за допомогою діагностичного телемедичного обладнання МАМОС проводити діагностичне обстеження.

Ключові слова: медичне обладнання, мамографія, молочна залоза, методи дослідження, біомедична інженерія, електроімпедансна томографія.

Метою діяльності закладів вищої освіти є розкриття покликання інтересів та здібностей здобувачів вищої освіти. Для отримання певних вимог у галузі медичної інженерії використовуються прилади, на яких можливо проводити навчання та практично-дослідницьку роботу.

Біомедичний інженер – працівник у сфері розробки, конструювання, виробництва, експлуатації, ремонту, сервісного обслуговування, експертизи і сертифікації, оцінки відповідності технічним регламентам, стандартам біозахисту та біобезпеки біологічної та медичної техніки, біомедичних виробів і біоматеріалів медичного призначення, пов'язаних з

ними штучних органів, біологічних і медичних технологій, а також відповідного програмного забезпечення та інформаційних технологій для біології, медицини та медичного приладобудування. Висока кваліфікація фахівців з цієї галузі, розробка новітнього обладнання, інноваційні технології, комп'ютеризація, системний програмний підхід дають змогу розробки, технічного супроводу медичного обладнання, та допомоги фахівцям медикам правильно встановити діагноз, та провести вчасне якісне лікування. Також невід'ємним складником освітянської підготовки майбутніх біомедичних інженерів є вивчення та дослідження низки питань біозахисту та біобезпеки, що пов'язані з людським чинником. Від врахування людського чинника залежить безпечність, надійність та ефективність складних біомедичних технологій, що проектуються та використовуються людиною [1].

Захворювання молочної залози в останні роки найчастіше бувають причиною звернення жінок до лікарів. Це веде до необхідності пошуків методів дослідження молочних залоз, які б відповідали сучасним вимогам в діагностиці – мали високі діагностичні здібності, безпечними, неінвазивними, недорогими, легко відтворювалися та були нетрудомісткими.

В даний час для діагностики захворювань молочних залоз використовують рентгенівську маммографію. Але цей метод має певні обмеження: рекомендації відносно віку пацієнтки – старше 45 років, неможливість використання при вагітності, та при наявності імплантів, окрім того рентгенівський метод дослідження бажано проводити не частіше 1 разу на рік. До недоліків рентгенівської маммографії відносять відчуття дискомфорту, який обумовлений стисненням молочної залози, певні гістологічні особливості будови ткани молочної залози зменшують ефективність візуалізації утворювань [2]. Рентгенологічні апарати небезпечні як для того кого досліджують, так і для того хто досліджує, тому такі апарати неможна використовувати без заходів захисту та в умовах навчально-дослідницьких лабораторій.

Такі методи як МРТ та радіонуклідні методи є більш сучасними, але мають деякі недоліки, які обмежують їх використання і вони застосовуються як допоміжні для уточнення діагнозу, ступеню розповсюдження процесу.

Тому новітні інженерні розробки пов'язані з пошуком методів досліджень, які б не мали вищевказаних недоліків.

З такою метою розроблений революційний прибор та інтерактивна платформа MAMOS, які створюють медичним фахівцям найкращий технологічний ресурс для навчання, діагностики, лікування та профілактики онкологічних новоутворювань та інших специфічних захворювань молочної залози. Завдяки інноваційним цифровим, та комунікаційним технологіям MAMOS забезпечує точну діагностику стану молочних залоз, а також надає доступ до медичних послуг від ведучих фахівців різних країн світу.

Використання сучасного медичного обладнання для навчання майбутніх фахівців з біомедичної інженерії надає можливість набуття нових знань, удосконалення необхідних вмінь фахової підготовки в галузі, що зробить їх конкурентоспроможними у науковій спільноті. MAMOS є пристроєм телемедицини, яка швидко розвивається та підкорює ринок медичних послуг в галузі мамології з метою досконалого вивчення, обміну дослідницького досвіду між фахівцями різних лікувальних та навчальних установ країни та зарубіжжя.

Метод з використанням різниць в електропровідності здорових та патологічно змінених тканин – електроімпедансна томографія. Це дослідження не використовує рентгенівські промені, адже є цілком безпечним як для пацієнта так і для персоналу. Використання цього методу не має вікових обмежень, не викликає дискомфорту у жінки, яку обстежують. Для навчального процесу метод корисний тим, що дозволяє вивчати анатомічні та фізіологічні особливості молочної залози. Цікавим є те, що цей метод дозволяє порівняти інші методи дослідження молочної залози та зробити особисті висновки. Технічна складова електроімпедансного томографа містить систему контактних електродів, генератор

імпульсів напруги, формувач імпульсів струму, пристрій вимірювання різниці потенціалів, виконаний на підсилювачі, синхронному детекторі та інтеграторі, мікропроцесорну схему керування з аналогово-цифровим перетворювачем і цифро-аналоговим перетворювачем, формувач, вхідні аналогові комутатори і вихідні аналогові комутатори, коло компенсації контактної різниці потенціалів. Томограф оснащений колом зворотного зв'язку, що виконане на диференціальному підсилювачі та двох ключах [3].

Під час сканування прилад MAMOS за допомогою електродів матриці по черзі передає у тіло електричні сигнали низької потужності змінного струму з певною частотою коливань, та знімає електричні потенціали на його поверхні. Отриманні данні використовуються для комп'ютерної реконструкції електроімпедансних зображень, дозволяючи побачити розподіл електропровідності біологічних тканин в багатьох поперечних розрізах молочної залози та виявити на зображеннях ділянки з аномальними значеннями електропровідності. Після проведення сканування на моніторі комп'ютера з'являються томографічні 3D зображення молочної залози в збільшеному вигляді, які паралельні матриці електродів. Програма надає можливість побачити гістограми розподілу електропровідності та статистичних показників. За допомогою спеціального програмного забезпечення можна зображення зробити максимально чітким, при необхідності можливо збільшувати якусь певну зону для більш детального вивчення.

Оцінку зображень комп'ютерна система дозволяє провести також в цифровому вимірі з розрахунком індексу середньої електропровідності, ступеня відхилень, мінімальних та максимальних значень. Інноваційна платформа MAMOS збирає унікальну базу даних, яка зберігає результати діагностики на електронному сервері, дозволяючи передачу їх по електронній пошті, що утворює найсучаснішу інтерактивну платформу між пацієнтом та фахівцем [4].

Навчання та обмін досвідом відбувається завдяки універсальності MAMOS – цей пристрій зручно використовувати як в медичних установах, так в умовах навчальних закладів, та навіть у виїзних умовах. Особливу важливість такий пристрій набуває в умовах, в яких немає відповідного медичного обладнання та лікарів. За допомогою даного пристрою проводять скринінг – періодичне мамографічне дослідження здорових жінок з визначенням груп ризику. Дане обладнання по своїм характеристикам повністю відповідає вимогам біозахисту та біобезпеки.

Висновок. Таким чином, одним з важливих напрямків підвищення ефективності навчального процесу для біомедичного інженера є використання інноваційних технічних приладів, сучасного устаткування сумісного з комп'ютерною технікою. Такі засоби дозволяють допомогти здобути глибоку професійну підготовку, отримати певний обсяг знань у галузі наукових досліджень, навчатись збирати і опрацьовувати інформацію, розробляти програми наукових досліджень, аналізувати одержані результати та оформлювати їх у вигляді наукового звіту.

Список літератури

1. Мигаль Г. В., Протасенко О. Ф. / Необхідність розгляду питань людського цінника при навчанні біомедінженерів// Інформаційні системи та технології в медицині. – 2019. – С. 16.
2. Смоланка І. І., Скляр С. Ю. / Сучасний погляд на проблему діагностики і лікування раку молочної залози // Жіночий лікар . – 2008. – №5. – С. 8.
3. Патент 92936 UA, МПК A61B 5/00. Електроімпедансний томограф Промович Ю.Б., Яворський Б.І., Забитівський В.П., Балабан С.М.; (Україна). – № u 2014 03728 ; заявл. 10.04.14 ; опубл. 10.09.2014, Бюл. № 17. – 4 с.
4. Карпов А., Короткова М., Mumtazuddin Ahmed M., Мячин М., Цофин Ю. Семинар по электроимпедансной маммографии. – Ярославль.: СИМ – техника, 2011. – 138 с. (рис. 181, схем 7, табл. 10).

ЗМІСТ

Секція 1: ФІЗИЧНІ ЯВИЩА ТА ФІЗИЧНІ СИСТЕМИ В БІОЛОГІЇ, МЕДИЦИНІ ТА ТЕХНІЦІ	5
1. ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕДОБОРУДОВАНИЯ Дудзінський Ю.М., Нечитайло В.О.	5
2. ЗАСТОСУВАННЯ ОЗОНОТЕРАПІЇ У СУЧАСНІЙ МЕДИЦИНІ Піротті Є.Л., Манічева Н.В., Свириденко Л.О.	7
3. ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА ЖИВІ ТКАНИНИ Манічева Н.В., Ніколаєва А.Ю.	10
4. АКУСТИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ МОЛЕКУЛЯРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РІДИНИ Манічева Н.В., Захарова А.О.	16
5. ДОПЛЕРОГРАФІЯ ЯК СУЧАСНИЙ МЕТОД ОБСТЕЖЕННЯ КРОВОНОСНИХ СУДИН Манічева Н.В., Дімітрашко Є.А.	22
6. ОГЛЯД МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ ТВЕРДИХ ПОВЕРХОНЬ В РІДИННОМУ СЕРЕДОВИЩІ УЛЬТРАЗВУКОМ Манічева Н.В., Дьоміна А.С.	25
7. ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ ДЖЕРЕЛ ЗВУКУ У БІОМЕДИЦИНІ Манічева Н.В., Сакун С.К., Плаксін А.А.	31
8. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АПАРАТА ДЛЯ ГАЛЬВАНІЗАЦІЇ У СЕРЕДОВИЩІ NI MULTISIM Найденко О.В., Роговик Ю.А.	35
9. ВИКОРИСТАННЯ ІМПЕДАНСУ В МЕДИЧНІЙ ДІАГНОСТИЦІ Найденко О.В., Гросул Ю.А.	37
10. ЕЛЕКТРОАКУСТИЧНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ НИЗЬКИХ ЗВУКОВИХ ЧАСТОТ Чеський Ю.В.	42
11. ВПЛИВ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ВОДНІ БІОРЕСУРСИ Тітова Н.В., Павлов С.В.	45
12. БІОФІЗИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОЛОГІЧНІ ТКАНИНИ Бородай І.І., Прудніков Д.К.	47
13. ВИПРОМІНЮЮЧІ СИСТЕМИ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ЗАПАЛЕНЬ СЛИЗОВОЇ ОБОЛОНКИ МАТКИ ТВАРИН ВЕЛИКОЇ ТА МАЛОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ Косуліна Н.Г., Коршунов К.С., Косулін С.В.	51
14. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РІВНЯННЯ ЛІКАРСЬКОГО ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ Ляшенко Г.А., Полянова Н.В.	53
Секція 2: НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОМАТЕРІАЛИ В БІОЛОГІЧНИХ ТА МЕДИЧНИХ МАТЕРІАЛАХ	57
15. УСТАНОВКА ДЛЯ УТВОРЕННЯ ПОТУЖНОГО АКУСТИЧНОГО ПОЛЯ В РІДИНІ НА ЗВУКОВИХ І УЛЬТРАЗВУКОВИХ ЧАСТОТАХ Чеський Ю.В., Горбатюк О.Ф.	57
16. ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОСМЕТОЛОГІЇ Тітова Н.В., Ющук Л.Ю.	61
17. СТЕРЕОТАКСИЧЕСКАЯ РАДИОХИРУРГИЯ Дудзінський Ю.М., Мосейкіна С.О.	64

Секція 3: ФІЗІОЛОГІЧНІ ФУНКЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ, ЯКІ СПРИЯЮТЬ СТВОРЕННЮ ПРОЕКТІВ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ	72
18. <i>НАВЧАЛЬНІ ЕКСПЕРТНІ СИСТЕМИ У МЕДИЦИНІ</i> Дудзинский Ю. М., Буковська М.І.	72
19. <i>МЕДИЧНО ПРИЛАДО-КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ</i> Дудзинский Ю. М., Дерій К.І.	80
Секція 4: АКТУАЛЬНІ ТРЕНДИ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В ТЕХНОГЕННОМУ СЕРЕДОВИЩІ	85
20. <i>ФІЗИКА СВІТЛА ЯК СКЛАДОВА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ НА ОКО ЛЮДИНИ</i> Бородай І.І., Ковальчук І.М.	85
Секція 5: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ТА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ	90
21. <i>ВИКОРИСТАННЯ МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ В СПОРТИВНОМУ ВІДБОРІ</i> Подгорна В.В., Бугаков О.Г.	90
22. <i>АСПЕКТИ ОЗДОРОВЧОЇ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ</i> Кокотєєва А.С., Ларіна Ю.В.	92
23. <i>СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ, ЗДОРОВ'Я І ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ</i> Громаковська З.П., Леухін К.О.	96
24. <i>ЦІННІСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В РІШЕННІ ЗАВДАНЬ ВСЕБІЧНОГО ВИХОВАННЯ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ</i> Смолякова І.Д., Фурса Р.Г.	99
25. <i>ІСТОРІЯ ТА ТЕХНІКА СКАНДИНАВСЬКОЇ ХОДЬБИ</i> Багдасар'ян С.С., Шемонаєва У.І.	103
26. <i>ЛІКУВАЛЬНЕ ПЛАВАННЯ ПРИ СКОЛІОЗІ</i> Калиниченко О.М., Валько В.	106
27. <i>ВДОСКОНАЛЕННЯ ВПЛИВУ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ВЗВО НА РОЗВИТОК РОЗУМОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СТУДЕНТІВ</i> Ладишкова О.Ю., Апенько Д.В.	108
28. <i>ГНУЧКІСТЬ І ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЇЇ РОЗВИТОК</i> Греєва В.І., Баженова А.І.	110
29. <i>РОЛЬ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ В ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ</i> Зазімко Н.С., Плетос Д.С.	112
30. <i>ПРАКТИЧНА ХАРЧОВА СТРАТЕГІЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ПРИ САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТТЯХ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ СТУДЕНТСЬКОЇ МОЛОДІ</i> Загурский О.М., Небож І.В., Кулагіна В.О.	114
31. <i>ОСОБЛИВОСТІ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ПІДХОДУ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ</i> Собінов А.О., Андріадіс В.Д.	119
32. <i>БІОМЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОПОРНО-РУХОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ</i> Манічева Н.В., Ніколаєва А.Ю., Роговик Ю.А.	124

Секція 6: ЗАСТОСУВАННЯ ІТ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЦИНІ	129
33. <i>ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ ТВАРИН</i> Тітова Н.В., Ланова Д.М., Лабунський С.О., Моргун І.В.....	129
34. <i>АНАЛІЗ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ САД СИСТЕМ</i> Дудзінський Ю.М., Голобродська А.В.....	131
35. <i>ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ</i> Дудзінський Ю.М., Жубрева В.Г.....	136
36. <i>ПРОГРАММЫ ДЛЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ</i> Дудзінський Ю.М., Лисих А.А.....	140
37. <i>КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МЕДИЧНИХ ПРИСТРОЇВ З МІКРОПРОЦЕСОРАМИ</i> Найденко О.В., Ніколаєва А.Ю., Плахова Р.Г.....	145
38. <i>ВИКОРИСТАННЯ ДІАГНОСТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ «МАМОС» У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ</i> Тітова Н.В., Кокідько Л.А., Коваленко К.А.....	149