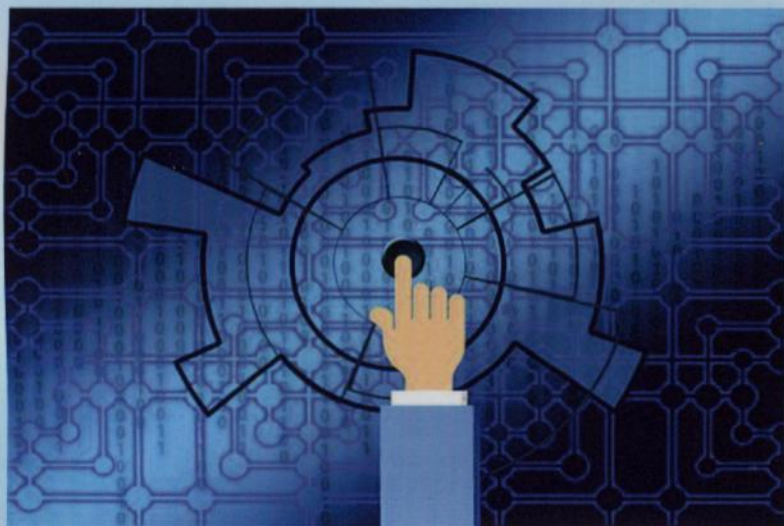


Г. Тимчик, В. Скицюк, Т.Клочко

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДІАГНОСТИКИ СТАНУ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ



Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Г. С. Тимчик, В. І. Скицюк, Т. Р. Ключко

Інформаційні технології діагностики стану біотехнічних об'єктів

Монографія

Рекомендовано Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2017

Рецензенти:

В. П. Маслов, д-р техн. наук, проф.,
Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН УкраїниВ. П. Приміський, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.,
заслуж. винахідник України,
ТОВ «Автокопирлад»

Тимчик Г. С.

Т41 Інформаційні технології діагностики стану біотехнічних об'єктів :
монографія / Г. С. Тимчик, В. І. Скижок, Т. Р. Ключко. – Київ : КПІ
ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 344 с.
ISBN 978-966-622-841-6

Подано результати проведених досліджень зі створення теоретичних засад новітньої інформаційної технології діагностики стану об'єктів, яка ґрунтується на аналітичному моделюванні основних інформаційних процесів взаємодії біотехнічних об'єктів із зовнішніми подразниками, зокрема хімічними речовинами, випромінюванням технічного обладнання.

Розглянуто інформаційні ознаки польових структур існування біотехнічних об'єктів у навколишньому середовищі під час взаємодії із зовнішніми подразниками. Визначено основні польові структури, що впливають на життєвий цикл об'єктів. Розроблено принципи дії інтегрованих систем досліджень та діагностики. Створено принципи побудови, структуру реалізації та алгоритми дії інформаційної інтегрованої системи діагностики, яка ґрунтується на концептуальних засадах побудови основних типів відчутників польових структур.

Для наукових та інженерно-технічних працівників, студентів старших курсів вищих навчальних закладів технічного напрямку.

УДК 616-07:004.94+616-07-07+612.014:004.94

ISBN 978-966-622-841-6

© Г. С. Тимчик, В. І. Скижок, Т. Р. Ключко, 2017
© КПІ ім. Ігоря Сікорського (ЛБФ), 2017

ПЕРЕДМОВА

Актуальною проблемою сучасного суспільства є значний вплив фізичних, хімічних чинників на стан біотехнічних об'єктів, що має наслідки втрати основних властивостей цих об'єктів під час їх життєдіяльності. Тому вкрай важливим є створення нової концепції та нових методів математичного оцінювання впливу зовнішніх подразників на біотехнічний об'єкт (БТО).

Книга містить результати досліджень щодо створення теоретичних засад технології діагностики стану біотехнічних об'єктів під впливом зовнішніх подразників, зокрема фармакологічних речовин, на підставі математичного моделювання основних інформаційних процесів взаємодії об'єктів із фізичними полями та хімічними речовинами. Дослідження базуються на засадах спектрального аналізу взаємодії зон присутності цих об'єктів. Виявлені основні напрямки досліджень доводять, що необхідно є орієнтація на спектральний аналіз зон присутності БТО та лікувальних засобів при їх взаємодії та оцінюванні можливих наслідків цієї взаємодії.

Наслідком є створення теоретичного підґрунтя новітньої технології інформаційної діагностики стану об'єктів, а також принципів дії систем біомедичних досліджень, що вимагає визначення режимів впливу зовнішніх подразників на зміни, які відбуваються в структурах досліджуваних біологічних об'єктів. Теоретичні засади інформаційної технології діагностики призначені для створення нових підходів до визначення плинного стану біотехнічних об'єктів, які знаходяться під впливом зовнішніх чинників із урахуванням їх різноманітності. Таким чином можуть бути враховані впливи фізичних полів, внутрішніх патологічних чинників, існуючих екологічних подразників, випромінювань технічного обладнання, застосованих фармакологічних речовин, які діють на об'єкт.

Наукове видання

Тимчик Григорій Семенович
Скицюк Володимир Іванович
Ключко Тетяна Редженальдівна

Інформаційні технології діагностики стану біотехнічних об'єктів

Монографія

*В авторській редакції
Комп'ютерна верстка авторів*

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Свідоцтво про державну реєстрацію: серія ДК №5354 від 25.05.2017р.
просп. Перемоги, 37, 03056, м. Київ

Темплав 2017р., поз. 3-1-006

Підп. до друку 11.07.2017. Формат 60х84 ¹/₁₆. Папір офс. Гарнітура Times.
Спосіб друку – ризографічний. Ум. друк. арк. 19,99. Обл.-вид. арк. 33,25. Наклад 250 пр.
Зам. № 0273/17 від 27.06.2017 року

Видавництво «Політехніка» КПІ ім. Ігоря Сікорського
вул. Політехнічна, 14, корп. 15, 03056, м. Київ
тел. (044) 204-81-78

Надруковано з готових файлів замовника. ТОВ «Інтердрук»
Номер і дата запису в Єдиному державному реєстрі юридичних осіб та осіб-підприємств
про проведення державної реєстрації № 1 072 102 0000 029235 від 29.08.2013 р.
Ідентифікатор видавця у системі ISBN № 97384
03680, м. Київ, вул. Пшенична, 2, тел. (044) 495-01-54

ПЕРЕДМОВА

Актуальною проблемою сучасного суспільства є значний вплив фізичних, хімічних чинників на стан біотехнічних об'єктів, що має наслідки втрати основних властивостей цих об'єктів під час їх життєдіяльності. Тому вкрай важливим є створення нової концепції та нових методів математичного оцінювання впливу зовнішніх подразників на біотехнічний об'єкт (БТО).

Книга містить результати досліджень щодо створення теоретичних засад технології діагностики стану біотехнічних об'єктів під впливом зовнішніх подразників, зокрема фармакологічних речовин, на підставі математичного моделювання основних інформаційних процесів взаємодії об'єктів із фізичними полями та хімічними речовинами. Дослідження базуються на засадах спектрального аналізу взаємодії зон присутності цих об'єктів. Виявлені основні напрямки досліджень доводять, що необхідною є орієнтація на спектральний аналіз зон присутності БТО та лікувальних засобів при їх взаємодії та оцінюванні можливих наслідків цієї взаємодії.

Наслідком є створення теоретичного підґрунтя новітньої технології інформаційної діагностики стану об'єктів, а також принципів дії систем біомедичних досліджень, що вимагає визначення режимів впливу зовнішніх подразників на зміни, які відбуваються в структурах досліджуваних біологічних об'єктів. Теоретичні засади інформаційної технології діагностики призначені для створення нових підходів до визначення плинного стану біотехнічних об'єктів, які знаходяться під впливом зовнішніх чинників із урахуванням їх різноманіття. Таким чином можуть бути враховані впливи фізичних полів, внутрішніх патологічних чинників, існуючих екологічних подразників, випромінювань технічного обладнання, застосованих фармакологічних речовин, які діють на об'єкт.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ТА ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ, ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ	11
1.1. Засади системного підходу до діагностики функцій структур біотехнічного об'єкта	13
1.2. Основні сучасні методи та засоби активного інтегрованого впливу на об'єкт	20
1.2.1. Методи та засоби ультразвукової терапії	20
1.2.2. Технології мікрохвильової терапії та її апаратурне забезпечення	23
1.2.3. Лазерні технології впливу на структуру об'єкту	28
1.3. Сучасні методи та засоби дослідження та діагностики стану біотехнічних об'єктів	35
1.3.1. Сучасна ультразвукова діагностика об'єкту	35
1.3.2. Методи сучасної томографії структури об'єкту	37
1.3.3. Метод газорозрядної візуалізації сукупних польових структур біотехнічних об'єктів	38
1.3.4. Методи фотодинамічної діагностики структур об'єктів	42
1.3.5. Оптичні аналітичні методи та засоби діагностики стану об'єкту	45
1.3.6. Радіометричні методи та апаратурне забезпечення діагностики стану біотехнічних об'єктів	46
1.3.7. Інформаційні технології резонансної діагностики стану біотехнічних об'єктів	49
Висновки до розділу 1	53
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ЗАСАДАХ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЗОН ЇХ	54

ПРИСУТНОСТІ

2.1. Теоретичне підґрунтя побудови аналітичних моделей існування та життєдіяльності біотехнічних об'єктів	54
2.1.1. Фізико-хімічне та технічне підґрунтя існування абстрактного біотехнічного об'єкту	55
2.1.1.1. Основні базові поняття існування абстрактного біотехнічного об'єкту	56
2.1.1.2. Дослідження координат розташування біотехнічних об'єктів у просторі	59
2.1.2. Типові варіанти виникнення та побудови абстрактного біотехнічного об'єкту	65
2.1.2.1. Абстрактна та реальні поверхні структури біотехнічних об'єктів	69
2.1.2.2. Об'єм об'єкту	81
2.1.2.3. Утворення маси абстрактного об'єкту	88
2.1.2.4. Енергетичний баланс абстрактного біотехнічного об'єкту	90
2.1.2.5. Просторовий рух об'єкту	96
2.2. Засади інформаційного простору зони присутності абстрактного біотехнічного об'єкту	115
2.2.1. Екстремальні випадки в зоні присутності біотехнічних об'єктів при взаємодії із навколишнім середовищем	118
2.3. Аналітичні моделі абстрактного об'єкту. Спектральні функції взаємодії об'єкту із навколишнім середовищем	122
2.4. Спектральні властивості абстрактного об'єкту	126
2.5. Дослідження стабільності у часі спектральної функції об'єкту під дією зовнішніх подразників. Динамічний стан абстрактного об'єкту	130
Висновки до розділу 2	134

РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНІ АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ФАРМАКОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ. ОСНОВНІ ЗАСАДИ ВЗАЄМОДІЇ ЗОВНІШНІХ

ПОДРАЗНИКІВ ПРИ ВПЛИВІ НА БІОТЕХНІЧНІ ОБ'ЄКТИ	135
3.1 Засади взаємодій лікувальних засобів із біологічними та біотехнічними об'єктами	135
3.2 Загальна спектральна функція хімічного чинника. Первинна класифікація фармакологічних засобів за ознаками спектральної функції	137
3.3 Ритми частин системи біотехнічних об'єктів. Дослідження динаміки впливу фармакологічних засобів на біотехнічних об'єктів	147
3.4 Дослідження критичних випадків дії фармакологічних засобів на біотехнічний об'єкт. Основні засади теорії координат абстрактної сутності	153
Висновки до розділу 3	190
РОЗДІЛ 4 ЗАСАДИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ	191
4.1 Концептуальні засади побудови основних типів відчутників інформаційно-діагностичної інтегрованої системи	191
4.2 Загальний модульний устрій інформаційної системи інтегрованої діагностики	214
4.2.1 Модуль визначення сумісності фармакологічних речовин із властивостями об'єкта	217
4.3 Створення технічних рекомендацій із застосування відчутників при їх взаємодії з біотехнічними об'єктами	225
4.3.1 Рекомендації щодо застосування відчутників світлового випромінювання при взаємодії із біотехнічними об'єктами	242
4.4 Методика застосування засобів діагностики стану та впливу на біотехнічний об'єкт	255
4.4.1 Методика застосування засобів лікувального впливу світловим електромагнітним випромінюванням і діагностики стану структур	

біотехнічних об'єктів	266
4.5 Аналітичні залежності та критерії оцінювання змін сумісних зон присутності об'єктів. Загальна векторна діаграма впливу польових структур на біотехнічні об'єкти	274
4.6 Векторне обґрунтування критичних ситуацій взаємодії абстрактного біотехнічного об'єкту із зовнішніми полями	289
4.7 Спектральні функції взаємодії біотехнічних об'єктів із зовнішніми подразниками	291
4.8 Програми досліджень характеристики впливу інформаційної системи інтегрованої діагностики на об'єкт	311
4.9 Алгоритми дії інформаційної системи інтегрованої діагностики	316
Висновки до розділу 5	330
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	332
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	334

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АО - абстрактний об'єкт
АОМ – акустооптичний модулятор
АС – абстрактна сутність
АЦП - аналого-цифровий перетворювач
АЧТ - абсолютно чорне тіло
АЧХ – амплітудно-частотна характеристика
БАТ – біологічно активна точка
БАЗ - біологічно активна зона
БО – біологічний об'єкт
БТО – біотехнічний об'єкт
ДНК- дезоксирибонуклеїнова кислота
ЕМП – електромагнітне поле
ЕМВ – електромагнітне випромінювання
ЕРС – електрорушійна сила
ЗП – зона присутності
МРТ - мікрохвильова резонансна терапія
НЗВЧ - надзвичайно високі частоти
ПЗ – панданна зона
ПЗЗ- прилад із зарядовим зв'язком
ПО – патологічний об'єкт
ТО – технічний об'єкт
ТФ – технологічний фантом
ФДД - фотодинамічна діагностика
ФДТ – фотодинамічна терапія
ЦАП- цифро-аналоговий перетворювач
ЦТ - центр мас
ЧЕ – чутливий елемент

ВСТУП

Актуальною завжди є проблема, пов'язана з визначенням стану об'єктів, зокрема їх внутрішніх структур, зовнішніх поверхонь внаслідок, наприклад, механічних пошкоджень тощо, впливу зовнішніх подразників у вигляді фізичних полів технічних об'єктів, що призводять до подальшого виникнення небажаних патологічних процесів у масі об'єкта. Водночас, нагальною постає проблема створення нових інформаційних технологій діагностики різноманітних патологій. Ця проблема є нагальною для суміжних відгалужень техніки та медицини, має велике значення для розвитку промислового комплексу країни.

Сучасна медицина у зв'язку із розвитком і модернізацією технічних засобів має наразі більші можливості для отримання достеменної діагностики та лікування, що врешті-решт призводить до покращення стану медичного обслуговування. Але наразі відсутня фізико-математична база обґрунтування впливу зовнішніх подразників, зокрема діагностичних та лікувальних засобів на біотехнічний об'єкт (БТО).

Отже, прогрес у розвитку новітніх методик, інтегрованих технологій досліджень полягає у створенні нового фізико-математичного підґрунтя, яке не тільки визначає стан процесів впливу в реальному часі, але й надає можливість передбачення динаміки та критичного накопичення потужності зовнішніх чинників впливу на біологічний (біотехнічний) об'єкт.

Створення сучасних систем діагностики та впливу на об'єкт вимагає оптимізації режимів роботи для підвищення ефекту лікувального впливу на зміни, що здійснюються в біологічних структурах, тобто підвищення ефективності використання обладнання. Отже, необхідно визначити:

- об'єкт дослідження як інформаційний процес діагностування стану біологічних (біотехнічних) об'єктів при застосуванні, хімічних (фармакологічних) речовин, фізичних полів технічних засобів;

- предмет дослідження як новітня концепція аналізу, метод і технологія інформаційної діагностики стану біологічних об'єктів при їх лікуванні та взаємодії із зовнішніми подразниками.

Сучасні наукові дослідження та медична практика щодо проблематики діагностики різного типу захворювань доводять доцільність та ефективність застосування електромагнітного випромінювання різного частотного діапазону. Проте ще недостатньо осмисленим з математичного погляду є процеси впливу зовнішніх подразників на біотехнічні об'єкти. Цими подразниками можуть бути не тільки медичне обладнання та його вихідні випромінювання, але й також лікарські засоби, зокрема хімічні речовини, які застосовують або окремо, або сумісно із впливом медичних приладів. Отже, наразі йдеться про взаємодію БТО з зоною присутності технічних об'єктів. Тому загальна проблема полягає у вирішенні фундаментальних питань, пов'язаних із створенням концепції побудови нових підходів до інтегрованої діагностики стану БТО.

Відомі загальностатистичні дії лікувальних засобів різного типу на БТО, тобто потужність та час, але досі невизначені величини факторів позитивного та негативного впливу. Саме вирішення цієї проблеми на тлі різноманіття типів і видів БТО та певних хімічних речовин, випромінювань технічних об'єктів тощо і є фундаментальною проблемою, тобто полягає у створенні нової концепції та нових методів визначення впливу зовнішніх подразників на БТО, які базуються на аналізі спектрів взаємодії цих об'єктів.

Таким чином, є необхідним створення концептуально нових принципів діагностики стану БТО при дії зовнішніх подразників, а також визначення принципів захисту БТО від впливу зовнішніх подразників. Ці засади створять можливість розроблення інтегрованих методів та систем для позитивного впливу фізичних полів на об'єкт та досліджень, що підвищують якість оснащення сучасними інформаційними технологіями процеси інтегрованої діагностики, а також наукові дослідження плинних процесів у біотехнічних об'єктах.

РОЗДІЛ 1

ІСНУЮЧІ МЕТОДИ ТА ІНТЕГРОВАНІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ, ОЦІНЮВАННЯ ПЕРСПЕКТИВ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

Сучасні методи інтегрованої діагностики досить широко застосовують процеси впливу на БТО різними фізичними полями на патологічні ділянки різних органів, на активні акупунктурні зони [1, 2] тощо. Наразі досягнуто значної ефективності регенерації та стимуляції біологічних структур організму, зокрема електромагнітним випромінюванням. Результати наукових досліджень [3, 4] свідчать про те, що, наприклад, лазерне випромінювання не є основним терапевтичним агентом на рівні організму в цілому, але усуває дисбаланс у центральній нервовій системі, що впливає на відповідні функції мозку. Це здійснюється можливою зміною фізіології тканин під дією випромінювання, тобто зміни їх метаболізму залежно від плинного стану об'єкту, дози впливу, що і призводить до загасання процесів патологічного характеру та нормалізації фізіологічних реакцій системи. З огляду на системний аналіз можна оцінювати ефективність керування біологічними організмами (БО) при їх опроміненні фізичними полями, наприклад лазерним випромінюванням [5] при діагностиці та лікуванні, але існують деякі розбіжності в визначенні реакцій структур на зовнішні подразники. Проте питання щодо системного уявлення процесів діагностики, а також регенерації та стимуляції організму зовнішніми подразниками і досі є важливою задачею дослідників, лікарів, проектувальників, оскільки саме цей підхід може надати загального розуміння взаємодії структур організму, можливості моделювання процесів та оптимізації застосованих режимів роботи медичного обладнання.

Отже, при стимуляції дії організму, наприклад, використовуються фізичні поля різного походження, наприклад випромінювання низької інтенсивності, зокрема когерентне, енергетичні параметри якого не ушкоджують системні структури БТО. Виникає активація процесів життєдіяльності організму.

Природа подальших реакцій, які виникають при цьому, має різні пояснення. Так, у роботах [3, 5] наведено припущення про те, що початковим пусковим моментом біологічної дії лазерного випромінювання низької інтенсивності є не фотобіологічні реакції, а локальне термодинамічне порушення. Порушення термодинамічної рівноваги викликає вивільнення іонів Ca^{2+} та поширення хвилі підвищеної концентрації Ca^{2+} в структурі клітини. Виникають залежні від іонів Ca^{2+} фізіологічні реакції організму, направленість яких може бути різною, що визначено дозою та локалізацією впливу, а також первісним станом організму. Після цього розвиваються вторинні ефекти, які є комплексом адаптаційних і компенсаційних реакцій, що виникають у тканинних, органних підсистемах і цілісному живому організмі.

На підставі цих гіпотез можна припустити, що основний чинник впливу на організм – це поглинена енергія електромагнітного випромінювання. Проте авторськими дослідженнями [6, 7] доведено, що найкращі можливості має застосування комплексного впливу когерентного випромінювання з визначеними довжинами хвиль на структури поверхневих та приповерхневих шарів біологічної тканини для досягнення максимального ефекту поглинання. Отже, головним чинником активної дії низькоенергетичного випромінювання лазерів є фотодинамічні реакції, пов'язані з резонансним поглинанням світлового випромінювання структурами тканин та рідких середовищ БТО. Внаслідок цього змінюється енергетична активність клітинних мембран, відбувається активація ядерного апарату клітини, біосинтетичних процесів і основних ферментативних систем тощо. На органному рівні відбувається активація фізіологічної регенерації структур. Безсумнівно, енергетичні параметри випромінювання мають значення, але, на думку авторів, просторово-часові параметри при взаємодії структур організму мають пріоритет. Також, водночас, необхідним є спостереження за плинним станом об'єкту, який піддають опроміненню, для організації зворотного зв'язку всієї системи БТО. Отже, розгляд цих взаємодій з позицій системного підходу може надати

можливості визначити характер процесів регенерації світловим випромінюванням структур об'єкту.

1.1. Засади системного підходу до діагностики функцій структур біотехнічного об'єкта

Зрозуміло, що живий БТО є цілісною системою, що містить низку сформованих рівнів структурно-функціональної організації від елементарної структури до загального рівня (рис. 1.1). Подібний структурно-функціональний підхід характеризує розуміння фізіологічної функції як деякого процесу, здійснюваного певним набором органів і тканин, що змінює свою активність у відповідності з впливом керувальних структур.

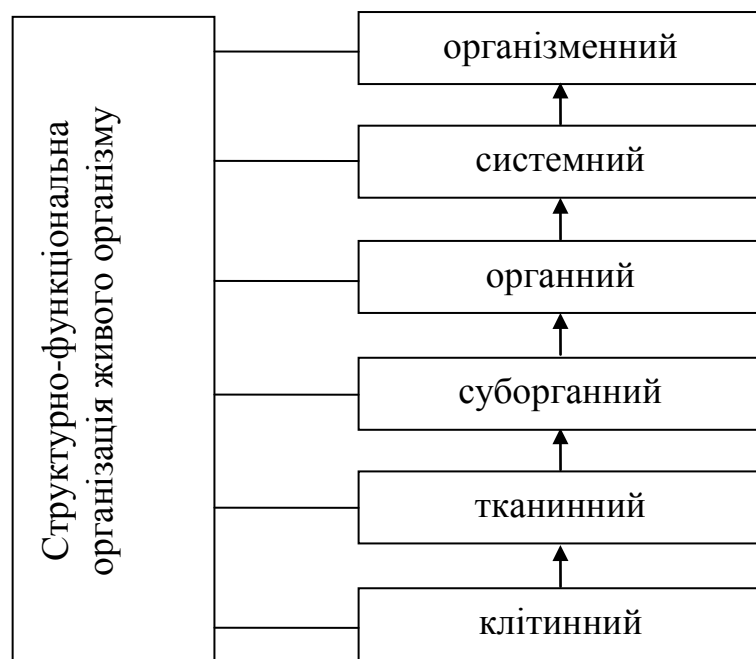


Рисунок 1.1 - Організація системи живого організму БО (БТО)

У подібній інтерпретації в основі фізіологічної функції є фізико-хімічні процеси, що забезпечують надійність її виконання. В той же час системний підхід до вирішення поставленої задачі засновано на тому, що всі досліджувані об'єкти розглядаються, як системи. Водночас, систему організму можна

визначити як сукупність елементарних структур, взаємодією яких досягається певний корисний результат, зокрема регенерація цих структур при поглинанні зовнішнього електромагнітного випромінювання. Отже, системний підхід до фізичного явища базується на уявленні про доцільність (під функцією розуміємо процес досягнення певної мети та результату, а саме регенерацію та стимуляцію цілісної системи організму). На різних етапах цього процесу потреба в залученні визначених структур може досить істотно змінюватися, тому склад і характер взаємодії елементів функціональної системи є дуже мінливим і відповідає тій задачі, яка вирішується у плинний момент.

Наявність мети припускає, що існує певна модель стану системи для періоду, який характеризує момент часу до і після досягнення цієї мети, програма дії, а також існує зворотний зв'язок, що дозволяє системі контролювати свій плинний стан як проміжний результат для порівняння з модельованими процесами, і на цій підставі вносити корективи в програму дії системи заради досягнення кінцевого результату.

Тому на підставі цього можна визначатися з алгоритмами функціонуванням модулів системи лікування (регенерації та стимуляції організму) біотехнічного об'єкта під час проведення опромінення.

Основними принципами системного підходу до діагностики, регенерації та стимуляції функцій структур біологічного (біотехнічного) об'єкта можуть бути:

- цілісність, що дозволяє розглядати одночасно систему біологічного об'єкта як єдине ціле і, в той же час, як підсистему для вищих рівнів;
- ієрархічність будови біологічного (біотехнічного) об'єкта, тобто наявність множини структурних клітинних елементів, розташованих на основі їх підпорядкування вищим рівням;
- структуризація біологічного (біотехнічного) об'єкта, що дозволяє аналізувати елементарні структури та їх взаємодію в межах визначеної

ієрархічно вищої структури. Водночас, процес функціонування обумовлений не так властивостями окремих елементів, як властивостями саме структури;

- множинність, що дозволяє використовувати математичне моделювання для опису окремих елементів, підсистем та системи біологічного (біотехнічного) об'єкту в цілому;
- системність як властивість БТО мати всі ознаки системи.

Стан системи БТО визначено сукупністю станів її елементів і зв'язків між ними, що залежить від певного інтервалу часу, тобто проведення опромінення та інтервал подальшої регенерації клітин. Входами $\sum I_e(t)$ цілісної системи об'єкту можуть бути енергетичні та просторово-часові параметри випромінювання, тобто наведені в об'єкті інформаційні параметри, які характеризують вплив зовнішніх подразників, наприклад фармакологічної речовини при інтегрованій регенерації, які сприяють перетворенню елементарних структур організму, а вихід $\aleph(t)$ системи являє собою результат перетворення енергії інформації, речовини тощо, тобто регенерації клітин.

Зворотній зв'язок, тобто реакція організму на зміну фізіологічних параметрів, поєднує вихід зі входом системи і використовується для контролю за зміною виходу системи. Отже, подібні структурні схеми потрібно використовувати при проектуванні адаптивних систем контролю за станом пацієнта під час лікування, що доведено авторськими роботами, наприклад [8].

Інтеграції систем, органів, структурних елементів складають цілісний організм зі своїм внутрішнім середовищем, яке характеризується масою констант і параметрів, які знаходяться між собою в певних кількісних і якісних зв'язках (рис. 1.2). Відносна постійність і збалансованість цих зв'язків у сукупності складає гомеостаз організму з багатьма мірами надійності. Таким чином, життєвий цикл БТО є ланцюгом адаптаційно-компенсаторних реакцій, що здійснюються на всіх рівнях, направлених на підтримку гомеостазу організму. За умови правильно визначених доз, частотних характеристик

застосоване лазерне випромінювання дозволяє відновити порушену системну рівновагу та регенерувати структурні елементи та підсистеми об'єкту.

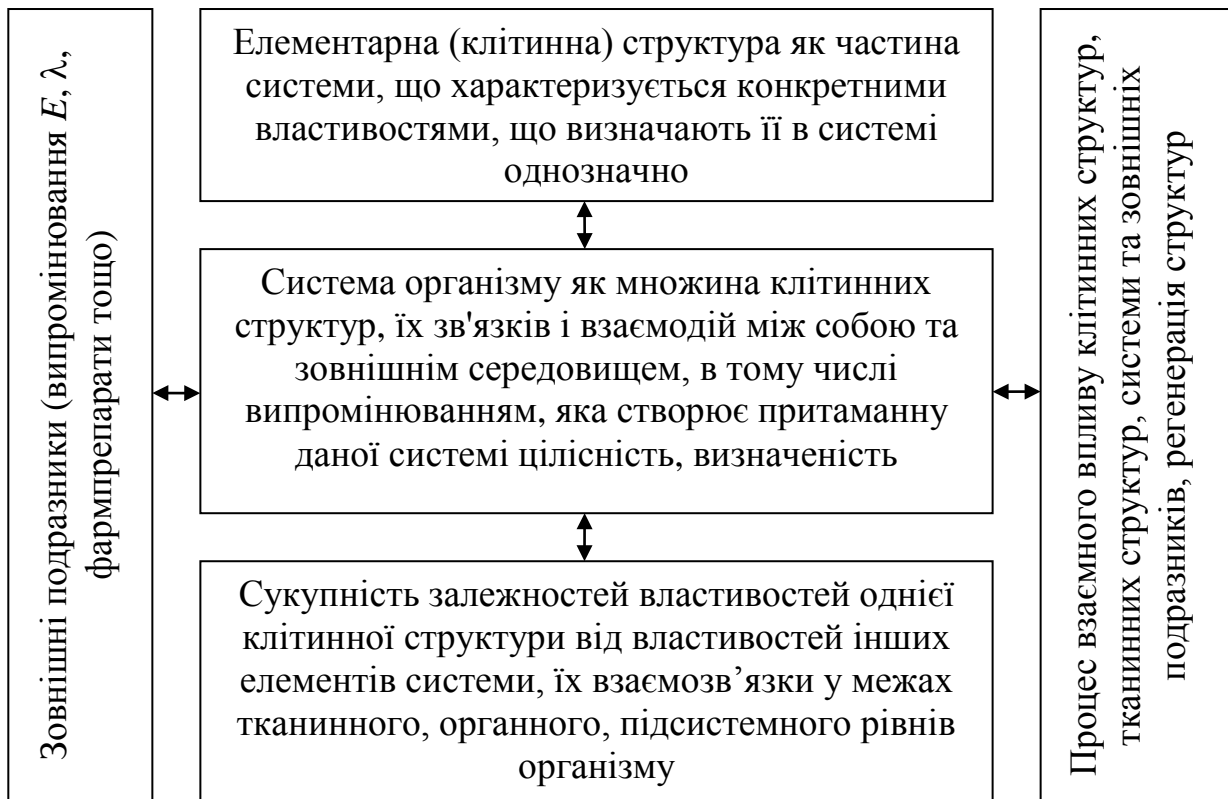


Рисунок 1.2 - Схема системного уявлення організму біологічного (біотехнічного) об'єкту

Якщо описати множину U елементарних клітинних структур системи у вигляді

$$U = \{u_i\}, i = 1, \dots, n, \quad (1.1)$$

де u_i – i -й елемент системи;

n – число елементів у системі, то елемент u_i характеризується властивостями $B_i = (B_{i1}, \dots, B_{im})$, котрі позиціонують його у підсистемі цілісного організму (рис. 1.2).

Стан елементарних клітинних структур системи залежно від зовнішніх чинників (просторово-часових, енергетичних параметрів випромінювання,

тобто потужності P , довжини хвилі λ , часу експозиції) може змінюватися, що визначає рух визначеної структури при регенерації або діагностиці. Отже, при лазерному опроміненні ділянок організму можливим є ушкодження сусідніх структур системи. Тому реальною метою є оптимізація таких режимів лазерного опромінення, при яких є можливим досягати найменшого пошкодження елементарних структур при діагностиці (із розрахунком на його подальшу регенерацію, головним чином внаслідок передачі руху сусіднім неопроміненим структурам).

Таким чином, множину Q -зв'язків між елементами u_i, u_j різних, наприклад тканинних сукупностей елементів можна уявити як

$$Q = \{q_{ij}\}, i, j = 1, \dots, n, \quad (1.3)$$

а множину R -зв'язків між елементами s_ψ, s_ξ клітинних структур можна уявити як

$$R = \{r_{\psi\xi}\}, \psi, \xi = 1, \dots, k. \quad (1.4)$$

Тоді структури цілісної системи можна уявити як сукупність елементарних структур та їх зв'язків множиною

$$D = \{U, S, Q, R\}. \quad (1.5)$$

Динамічний підхід до системи живого організму полягає у розгляді того, що живі системи існують як інформаційний потік, де зберігається спадкоємність структур організму, із часовими характеристиками (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Приклад часової організації біологічного організму

Рівень структури	Елементарні структури клітини	Клітинні структури	Тканинні структури	Підсистемні структури	Організменні структури
Час життя структури	мікросекунди, секунди	години, дні	роки	роки	десятиліття

Якщо розглядати динамічні характеристики системи, то, оскільки система залежить від функцій стану в моменти $D(t-1), D(t-2), \dots, D(t-w)$, опис функції $\aleph(t)$ виходу системи на рівні перетворень внаслідок термодинамічних та фотобіологічних реакцій у біологічних структурах організму набуває вигляду

$$\aleph(t) = \Phi_v [I_e(t), D(t), D(t-1), D(t-2), \dots, D(t-w)], \quad (1.6)$$

де Φ_v – перехідна функція системи,

$I_e(t)$ - вхід загальної системи БТО (інформаційний сигнал, електромагнітне випромінювання тощо, яке перетворює система під час проведення процедури);

t - момент плинного часу,

w – кінцевий момент часу впливу на об'єкт.

Наявність множини зв'язків елементів системи живого організму, які взаємно впливають одне на одного, перетворюють їх на нелінійні динамічні механізми, опис функціонування яких вимагає системного підходу.

Таким чином, на підставі проведених досліджень можна уявити вплив зовнішніх подразників, зокрема електромагнітне випромінювання, на структурні елементи живого організму, виходячи з наявних структурних рівнів та множини зв'язків елементів при плинних реакціях в ієрархічних рівнях системи.

Цікавим також є аналіз нелінійних (фрактальних) властивостей живого організму. Опис біологічних елементарних структур системи організму може бути здійсненим за допомогою, наприклад, мультифракталів, тобто з урахуванням коефіцієнтів подібності, які відрізняються за величинами на різних просторових масштабах або у різних рівнях системи організму. Отже, живий організм має властивості фрактальної будови подібно будові всесвіту, якому притаманний рух елементарних структур у межах певної системи. З огляду на біологічні аспекти дії багатьох чинників у живій системі ці процеси можна обумовити як два взаємопов'язаних, але протилежних за спрямованістю способу регуляції, що впливають із хвильової природи процесів керування

станом рівнів системи організму, позиціонуються у просторі та часі. Тому актуальними є подальші дослідження системних підходів до динаміки фрактальних множин діючих структур системи живого організму.

Основою адаптаційних і компенсаторних реакцій є нейрогуморальна система, що реалізує всі відповідні реакції організму на подразнення і забезпечує зберігання гомеостазу. Адекватність цих реакцій забезпечується складними кореляційними зв'язками між усіма функціонуючими системами та їх структурами за принципом прямого та оберненого зв'язку. Визначено, що при дії мікрохвиль слабких енергій на функцію нервових тканин можуть мати місце такі механізми: первинна пряма дія мікрохвиль на апарати нейроелектричних іонних потоків внаслідок локального нагріву і хімічних або структурних змін в компонентах мембран, непряма дія мікрохвиль, а також порушення фізичного механізму гіпотетичних систем регуляції ЕМП - структури в нервових клітинах.

Основні труднощі при визначенні природи первинних фізико-хімічних процесів, виникаючих в БТО під дією ЕМП як природного, так і штучного походження, пов'язані з недооцінкою специфіки функціонування живої матерії, що потрібно враховувати при діагностиці структур об'єкта. На основі аналізу існуючих гіпотез про природу біомагнітних ефектів запропоновано можливий механізм виникнення інтегральних ефектів в їх послідовності при дії ЕМП на БО. Дію ЕМП пояснено впливом на сукупність клітин тканин організму, в якому при відносно невисокій інтенсивності дії може відбуватися перебудова функціонування регуляторних систем зі зміною гормонального тла організму. За великої інтенсивності впливу спостерігаються суттєві зміни в діяльності органів і систем. Дослідження деяких авторів доводять [8 - 11], що характер взаємодії ЕМП і організму, кількість енергії, що поглинається ними, визначаються тільки електричними властивостями органів і систем.

Незважаючи на те, що здебільшого, навіть при діагностиці, технічні засоби мають ефект впливу на біологічні структури організму, необхідно оптимізувати

ці процеси, їх вплив на БО, дослідження так званих віддалених наслідків застосування.

Окрім того, навіть сучасні методики використання медичного обладнання потребують удосконалення тому, що є негативні результати впливу застосованих типів випромінювання в разі перевищення дози потужності та часового режиму експозиції. Тому потрібно визначитися із класифікацією методів і засобів як впливу на живі організми, так і з класифікацією методів і засобів діагностичного обладнання з метою обрання найбільш доцільного напрямку досліджень в сфері створення новітньої інформаційної технології діагностики.

1.2. Основні сучасні методи та засоби активного інтегрованого впливу на об'єкт

Сучасні найбільш застосовані у медицині методи та технічні засоби, які призначені для лікувального та діагностичного впливу, базуються на застосуванні різних фізичних процесів, на підставі яких можна визначитися із класифікацією найбільш застосованих методів та засобів впливу на організм та визначення параметрів полів БО (БТО).

Основні типи терапевтичного впливу на живі біологічні та біотехнічні об'єкти: електротерапія, радіотерапія, ультразвукова терапія, теплотерапія, магнітна терапія, світлова, зокрема лазерна терапія, котрі наразі застосовуються у практичній медичній практиці.

1.2.1. Методи та засоби ультразвукової терапії

У реальній практиці для ультразвукової терапії використовуються здебільшого уніфіковані ультразвукові терапевтичні апарати (УТА) типу «УЗТ-1», «УЗТ-2», «Гамма», «ЛІОР-1» та інші, які під час процедури не можуть забезпечити точно дозовану, нормовану дію ультразвуку на біологічну тканину. Вирішення проблеми апаратної реалізації приладів ультразвукової терапії з

використанням різних режимів ультразвукового впливу запропоноване у новому принципі побудови УТА із впровадженням додаткового генератора імпульсів з магнітним індуктором та системою програмованого регулювання [12]. Проте, навіть при такій системній дії, у таких УТА недоліком є відсутність можливості дозованого і керованого енергетичного впливу та централізованого блока керування, як наслідок, невисока ефективність і недостатня нормована фізіотерапевтична дія.

Для усунення певних недоліків вирішення цієї задачі було запропоновано вдосконалений комбінований метод, що гарантує забезпечення паралельного впливу магнітної індукції з ультразвуковим сигналом із параметрами, близькими до активації біологічних мембран клітин, а також мікрорухів органів і тканин організму [13]. Ультразвуковий сигнал спільно із сигналом магнітної індукції активує обмінні процеси в клітинах та їх мембранах у зв'язку з тим, що магнітне поле з індукцією $5 \div 45$ мТл діє направлено на біологічну тканину з частотою сигналу $0,2 \div 50$ Гц і скважністю імпульсів $2 \div 20$. Форма імпульсів близька до прямокутної, оскільки у дослідженнях Холодова Ю.А. [7] було встановлено високу ефективність лікувального впливу при дії на клітину імпульсу магнітної індукції прямокутної форми. Підтримання заданої точності прямокутної форми сигналу магнітної індукції та стабільності забезпечується внаслідок від'ємного зворотного зв'язку. При дії магнітного імпульсного поля виникає зменшення тиску в системах глибоких та підшкірних вен і артерій, підвищується тонус стінок судин, підвищується судинна і епітеліальна проникність тканин, а також покращується обмін речовин, що сприяє більш ефективній терапевтичній дії ультразвукових хвиль при комплексному методі.

Для нормованої та дозованої дії ультразвуку різної інтенсивності та частоти, автоматизації контролю за динамічними та частотними параметрами запропоновано саморегулюючий принцип побудови автоматизованих УТА із досягненням гарантованого контролю акустичного контакту із біологічною тканиною (рис. 1.3) [14].

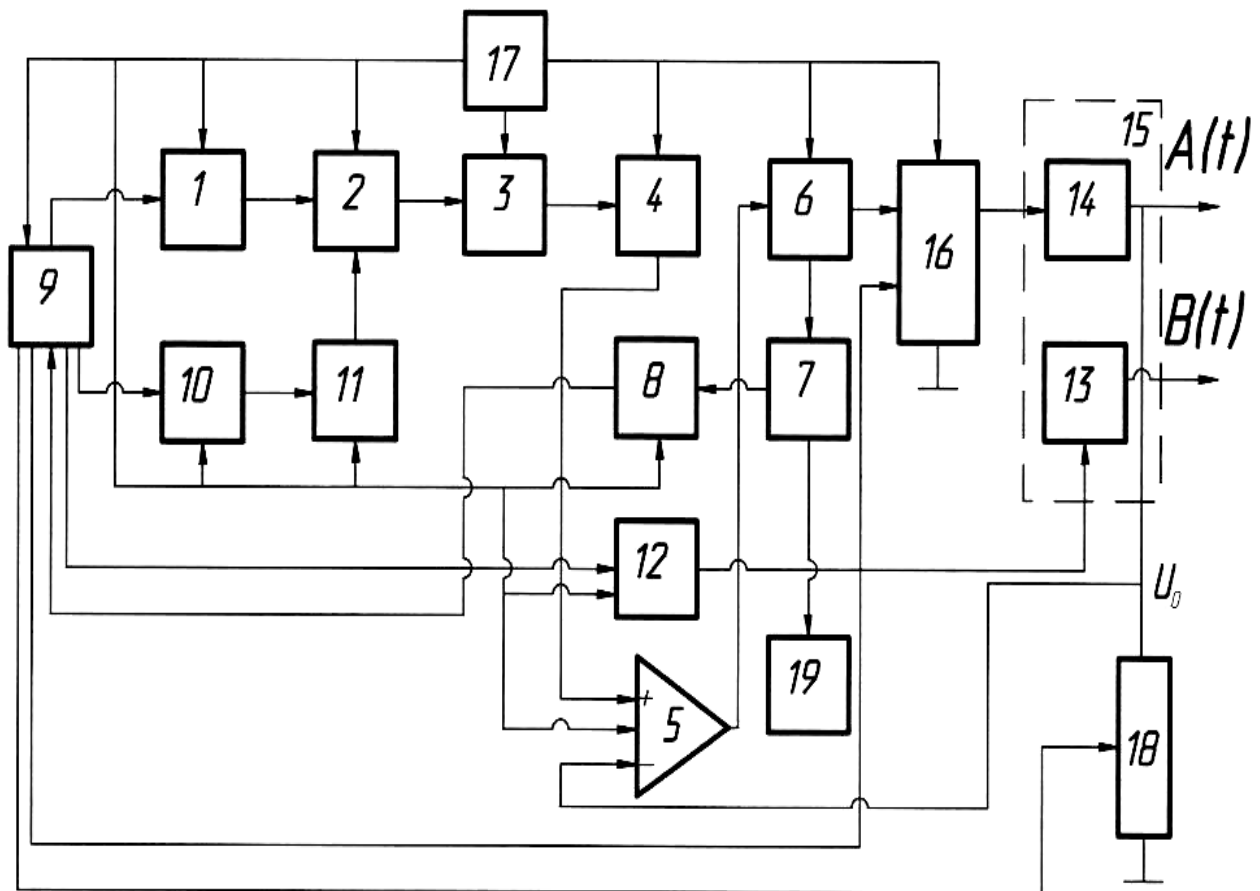


Рисунок 1.3 - Структурно-функціональна схема автоматизованого багатофункціонального апарату ультразвукової терапії [14], де: 1 – генератор, 2 – модулятор, 3 – буферний каскад, 4 – попередній підсилювач, 5 – диференціальний підсилювач, 6 – вихідний підсилювач, 7 – індикатор вихідної потужності, 8 – блок від’ємного зворотного зв’язку, 9 – програмований блок керування, 10 – інфразвуковий генератор, 11 – буферно-підсилюючий каскад, 12 – генератор струму, 13 – кероване джерело магнітної індукції, 14 – випромінювач ультразвукових хвиль, 15 – комбінований циліндричний випромінювач, 16 – керований резисторний подільник, 17 – блок живлення, 18 – блок зразкових резисторів

Автоматизація роботи УТА відбувається внаслідок контролю акустичного контакту. Принцип побудови УТА заснований на контролі зміни сили струму в ланцюгу дільника п'єзовипромінювача B_{yx} та блока $B_{зр}$ зразкових резисторів 18. При підвищенні сили струму в цьому ланцюгу збільшується падіння напруги на зразковому резисторі (18). Це значення сигналу U_o надходить на інвертований вхід диференційного підсилювача, що змінює значення вихідного сигналу з диференційного підсилювача ДП 5 і вихідного підсилювача ВП 6. Ця зміна сигналу через індикатор вихідної напруги IBH 7 поступає в блок світлової та звукової сигналізації БСЗС 19, що, в свою чергу, генерує звуковий і світловий сигнали, сигналізуючи про погіршення акустичного контакту з тканиною БТО.

Режим контролю акустичного контакту здійснюють автоматично, і при цьому також забезпечується висока точність встановлення дози ультразвукового впливу на біологічну тканину. При зменшенні навантаження п'єзовипромінювача, тобто зменшення площі торкання чи щільності контакту, струм у ланцюзі і відповідно напруга U_k на резисторі R збільшуються. При збільшенні падіння напруги на резисторі R більш ніж на 10% сигнали про ступінь «неконтакту» надходять у пристрої ПБК 9 керування та сигналізації звукового та світлового сигналу (БСЗС) 19. Водночас, для підтримки заданої дози впливу пристрій керування збільшує час впливу пропорційно величині зміни «неконтакту». При порушенні контакту більш ніж на 30% пристрій керування зберігає у пам'яті отриману пацієнтом дозу впливу і вимикає апарат АУТА. Контроль акустичного контакту здійснюється у діапазоні зміни вихідної потужності більш ніж на 10 дБ, що суттєво перекриває діапазон регулювання інтенсивностей акустичного сигналу, зазвичай використовуваних у практиці.

1.2.2. Технології мікрохвильової терапії та її апаратне забезпечення

Сигнали міліметрового діапазону отримали широке застосування в біології та медицині в останні 20-30 років з появою електронних генеруючих пристроїв в діапазоні частот від 37,5 до 78,33 ГГц. Виявлення позитивних зрушень в

організмі піддослідних тварин під дією мм-випромінювання сприяло поширенню досліджень і на людський організм. Напрямки досліджень спрямовані на визначення параметрів мм-сигналів для терапевтичного впливу на організм хворого пацієнта, переліку захворювань та технологій їх лікування.

Застосування сигналів мм-діапазону в практичній медицині стимулювало появу декількох видів лікувальних технологій, що практично використовуються в медичній практиці [15]. Класифікацію основних технологічних напрямків лікування сигналами мм-діапазону представлено на рис. 1.4.

Незважаючи на різні назви, ці фізичні технології об'єднує те, що при їх застосуванні використовуються сигнали міліметрового діапазону низької інтенсивності, рівень яких досягає 10^{-20} - 10^{-21} Вт/Гц·см² [16]. Найбільш поширеною технологією серед названих напрямків є мікрохвильова резонансна терапія (МРТ), яка наказом МОЗ України № 136 від 22.06.1989 р. офіційно рекомендована до впровадження в лікувальних закладах країни у вигляді створення окремих кабінетів МРТ [17].

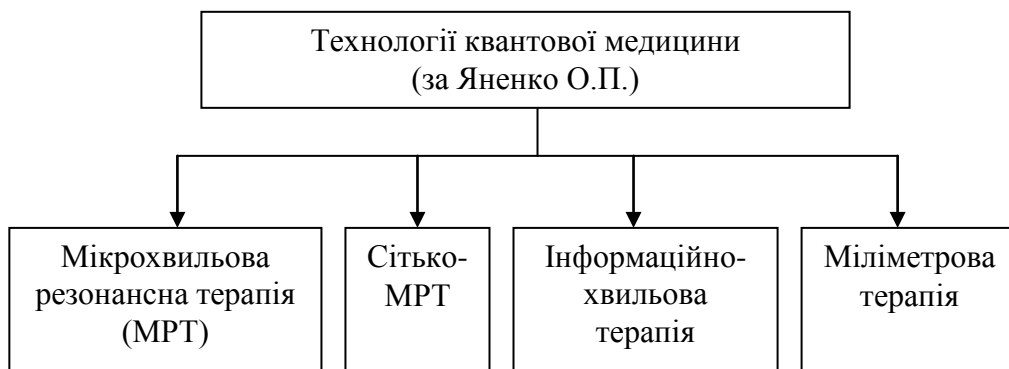


Рисунок 1.4 - Класифікація основних технологій квантової медицини [15]

Першими спеціалізованими медичними приладами міліметрової терапії були прилади "Яв" та "Поріг-1", а також відповідні технології їх використання в практичній медицині. Проте параметри цих приладів (вид сигналу, робочі частоти, рівень вихідної потужності) суттєво відрізнялись між собою, і відповідно мали

відмінності, в них використовуються надзвичайно малі потужності шумових і гармонічних сигналів. Наразі для терапії з використанням сигналів мм-діапазону використовують близько 25-30 типів спеціалізованої медичної апаратури [18].

Розвиток апаратури медичного призначення, яка генерує у мм-діапазоні, здійснюється наразі у наступних напрямках: створення апаратів гармонічних сигналів з фіксованими робочими частотами: а) "Явь-1", "Електроніка-КВЧ", "РАМЕД-ЕКСПЕРТ" (рис. 1.5); б) створення "широкосмугових генераторів" гармонічних сигналів: "АМРТ-01", "АМРТ-02", більш пізні типи апаратів "Електроніка", "АМТ-Коверт-04", "ARIA-SC"; в) створення широкосмугових апаратів шумових сигналів: "Поріг-1", "Поріг-3", "Поріг-3М", "Арцах", "Шлем"; г) створення комбінованих апаратів, що генерують і шумові, і гармонічні сигнали: "АМРТ-01", "Арцах"; д) введення додаткових режимів формування квазішумових сигналів внаслідок "розсіпання" спектру гармонічних сигналів, свіпсування частоти у межах ділянки діапазону робочих частот "АМТ-Коверт-04", "ARIA-SC". Цей режим легко реалізується в нових приладах із вбудованим мікропроцесором (мікро-ЕОМ).

На рис. 1.6 наведено розподіл потужностей та частотного діапазону апаратів мм- терапії, які найбільш поширені в медичних закладах України.



Рисунок 1.5 - Шостиканальний багатofункціональний апарат РАМЕД ЕКСПЕРТ-04

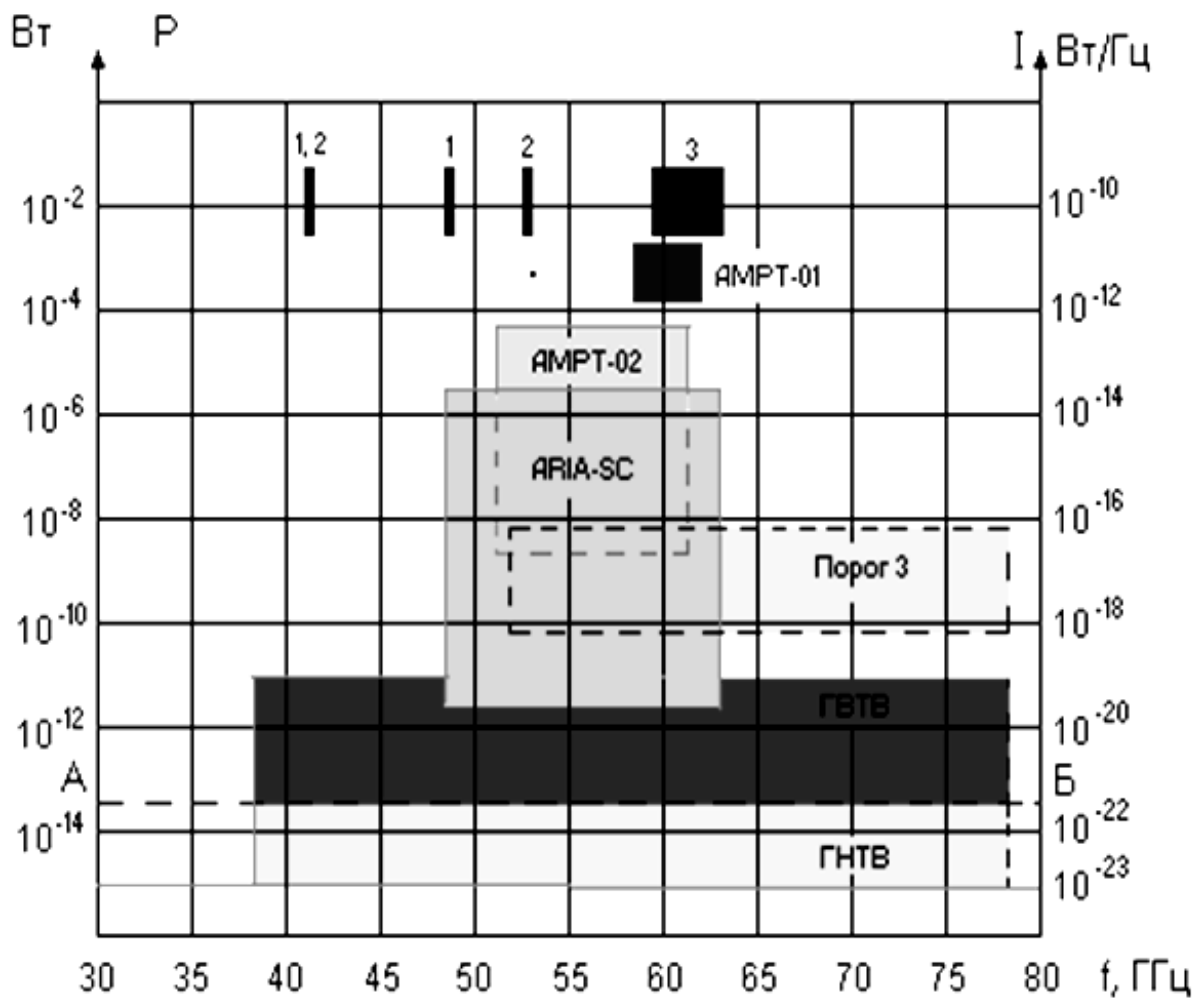


Рисунок 1.6 - Розподіл потужностей та частотного діапазону апаратів мікрохвильової резонансної терапії, де: 1 – "Явь"(Росія); 2 – "Аленушка" (Україна), 3 – "Электроника-КВЧ" (Україна); ГНТВ – "Поріг-НТ"; ГВТВ – "Поріг-ВТ" (Україна); лінія АБ – рівень потужності власного випромінювання об'єкту (живого організму)

Прилади першого покоління "Явь" та "Аленушка" характеризуються великим рівнем потужності, фіксованим значенням або вузьким діапазоном робочих частот. Перевірка їх параметрів забезпечується стандартними засобами вимірювання.

Прилад "АМРТ-01" (Литва, м. Вільнюс) має менший рівень вихідної потужності, забезпечує можливість її регулювання і додатково комплектується

шумовою головкою із діапазоном частот $(53,57 \div 78,33)$ ГГц. Апарат мікрохвильової резонансної терапії "АМРТ-02" (Україна, м. Харків) забезпечує діапазон частот від 52 до 62 ГГц (гармонічні коливання) і можливість регулювання вихідного рівня потужності від 10^{-4} до 10^{-9} Вт. Прилади "АМРТ-01", "АМРТ-02" належать до другого покоління.

Наразі існують прилади третього покоління – мікропроцесорний апарат гармонічних коливань "ARIA SC" і шумові генератори "Поріг-3" і "Поріг-3М". Прилади забезпечують широкий діапазон робочих частот, низький рівень вихідної потужності. Так "ARIA SC" передбачає регулювання рівня вихідної потужності (P_c) від $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-12}$ Вт у діапазоні частот від 48 до 63 ГГц, а "Поріг-3", "Поріг-3М" мають рівень спектральної щільності вихідної потужності шумових сигналів (p_c) від $1 \cdot 10^{-16}$ до $1 \cdot 10^{-19}$ Вт/Гц у діапазоні частот від 53,57 до 78,33 ГГц.

За урахування результатів проведених теоретичних та експериментальних досліджень були розроблені апарати нової серії – генератора високотемпературного електромагнітного шуму "Поріг-ВТ" і генератор низькотемпературного шуму "Поріг-НТ". Генератори мають широкий діапазон робочих частот, низький рівень вихідної потужності (наближений до рівня власного випромінювання людини), забезпечують достатню рівномірність цієї потужності та формують додатній та від'ємні потоки ЕМВ відносно рівня власного випромінювання людини. Додатними названі потоки електромагнітного випромінювання, рівень потужності яких перевищує рівень потоку електромагнітного випромінювання людини, а менші (нижчі) за потужністю – від'ємними (зворотними). Лабораторні та клінічні дослідження засвідчують перспективність поєднаного використання медичних приладів з додатними та від'ємними потоками, особливо при лікуванні захворювань, що супроводжуються больовими синдромами [19].

Окремим типом впливу на організм є різновиди методів з використанням струмів високої частоти, наприклад дарсонвалізація, ультратонтерапія, тощо.

Але ці методи майже не враховують плинний стан пацієнта, а також сумісність із застосованими фармакологічними речовинами.

Проте найбільш доцільним типом терапії є світлова терапія [20], зокрема лазерним випромінюванням.

1.2.3. Лазерні технології впливу на структуру об'єкту

У процесі авторських досліджень створено низку інтегрованих приладів серії «ПРОМІНЬ», наприклад, варіант лазерного апарату «ПРОМІНЬ-12» (рис. 1.7) [21].

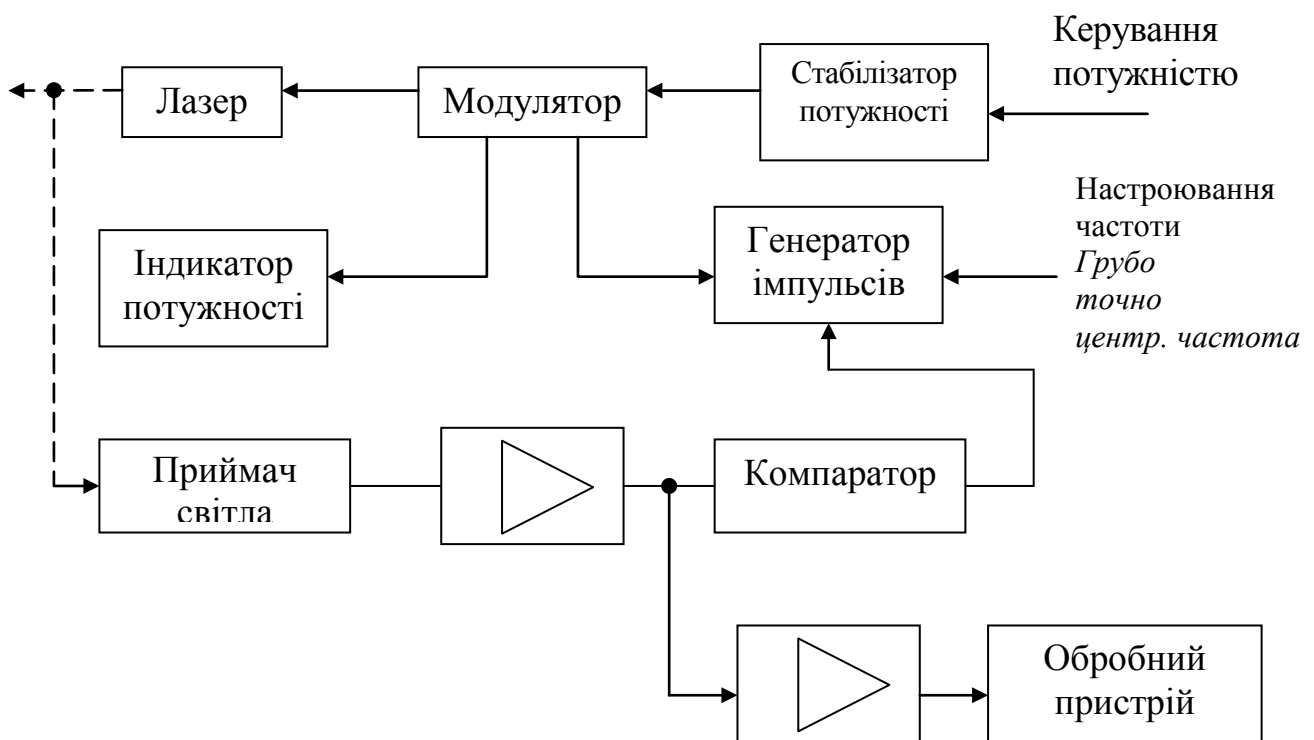


Рисунок 1.7 – Структурна схема лазерного апарату «ПРОМІНЬ-12»

Роль першого генератора у цій схемі виконує регулятор потужності постійного струму. Цей струм подається на схему модуляції. Водночас з цим генератор високої частоти формує прямокутні імпульси, які надходять до модулятора. Як наслідок на випромінюючому елементі (лазер) формується

напруга, яка є результатом взаємодії постійної та змінної складових. Другий генератор для забезпечення широкого діапазону роботи в імпульсному режимі та виконання медичних вимог до подібної апаратури має три ступені керування. Перша ступінь – грубе настроювання частоти – забезпечує зміну частоти у три рази на кожному діапазоні у порівнянні з попереднім. Плавне перенастроювання забезпечує перекриття сусідніх діапазонів у межах $\pm 50\%$. Окрім того, керування центральною частотою дозволяє зміщувати увесь спектр випромінювання у межах $\pm 10\%$ та створювати частотну модуляцію сигналу в цих межах.

Система має зворотній зв'язок, який полягає у наступному. Перша ступінь оптична, яка виконує функцію реєстрації відбиття оптичного сигналу від біологічного об'єкту. Виділення корисного сигналу, який частково виходить на зовнішній вимірювальний прилад, а частково надходить до генератору змінної частоти для того, щоб забезпечити стабільність робочої частоти та захоплення об'єкту дослідження. Лазерна система контролюється індикатором потужності, який вмонтовано у лицьову панель корпусу приладу для контролю стабільності роботи випромінювача.

Схема апарату «ПРОМІНЬ-12.2» є подальшим удосконаленням апарату «ПРОМІНЬ-12.1», який дозволяє використовувати лінійку лазерних випромінювачів з різною довжиною хвилі та доводити щільність потужності випромінювання до 25 мВт/мм^2 із частотою модуляції, змінною у діапазоні від 0,1 Гц до 220 кГц. Такий діапазон дозволяє підналагоджування частоти від бажаних частот, що залежать від біологічних частот органів або групи клітин. Здійснюючи послідовний вплив на обрану ділянку рубцевої структури забезпечують некротичний стан рубцевої структури з її наступним відмиранням.

Окрім того, випромінююча голівка «ПРОМІНЬ-12.2» надає можливість зосереджувати свою потужність не менш п'яти об'єктів на певній ділянці (від $0,05 \text{ м}^2$ до $0,5 \text{ м}^2$).

Тобто конструкція головки опромінення має бути з повною комбінацією випромінювачів, які ввімкнені за обраним режимом. Прилад має модуль налагодження на потрібний режим опромінювання щодо частотної модуляції та потужності випромінювання.

Аналіз розподілу світлових полів на виході першого каналу надає можливість описувати зміни параметрів шорсткості поверхневого шару шкіри для подальшого порівняння з апіорними даними, які зареєстровані перед проведенням опромінення лазерним випромінюванням. Канал спостереження апарату побудовано на основі високочутливого фоторезистора, який дозволяє сприймати потік світлового випромінювання, розсіяного поверхнею обраної ділянки, тобто плинний стан об'єкту впливу та дослідження може бути спостереженим під час дії випромінювання.

Отже, уява структури досліджуваного об'єкту необхідна для визначення механізмів взаємодії об'єктів, створення інтегрованої медичної апаратури, яка містить модулі опромінювання, базовані на різних фізичних засадах, створення нових методик лікування, а також необхідність включення зворотнього зв'язку з БО для виключення негативних наслідків.

Відомі розробки лазерних апаратів ВЕКТОР (Білорусь) та апаратів серії МАТРИКС (Росія), які використовують інтегровані режими опромінення. Але ці прилади, як і інші наведені раніше, не мають зворотнього зв'язку з БО (БТО), що є суттєвим недоліком цієї техніки. Це може призвести до негативних наслідків застосування фізіотерапевтичного втручання, зокрема фізичних полів та хімічних речовин, які застосовують при активному впливі на структури об'єкту.

Відомі також лазерні апарати з широким спектром застосування, наприклад, серії ЛАТУС (рис. 1.8), лазерні магніто-інфрачервоні апарати серії РИКТА 02/1 "Квантерра" (рис. 1.9), лазерні магніто-інфрачервоні апарати серії "Витязь" (рис. 1.10) тощо.



Рисунок 1.8 - Лазерні апарати серії ЛАТУС



Рисунок 1.9 - Лазерні магніто-інфрачервоні апарати серії РИКТА 02/1 "Квантерра"



Рисунок 1.10 - Лазерні магніто-інфрачервоні апарати серії "Витязь"

Технологія керування лазерним випромінюванням (рис. 1.11) на основі діагностики біологічного відгуку БТО припускає модуляцію лазерного випромінювання залежно від фаз пульсу і дихання, що значно збільшує ефективність лазерної терапії при тих же енергетичних дозуваннях або забезпечує попередній ефект при значно менших енергетичних дозах.



Рисунок 1.11 - Блок лазерної терапії «Матрикс-БИО»

Ефективність, швидкість, незхворобливість, асептичність, відсутність алергічних реакцій та інших побічних явищ при лікуванні більшості захворювань, не потребуючих оперативного втручання - відмінна риса лазерної терапії інфрачервоного діапазону випромінювання.

Можна виокремити три основні концепції процесів лазерного впливу на БО (БТО): теорію поглинання, нейрорефлекторну теорію і теорію резонансного хвильового поля [22, 23, 24]. Теорія поглинання передбачає “засвоєння” малих доз випромінювання гелієво-неонового лазера, що стимулює біологічні системи організму, в тому числі збільшується активність ферменту каталази, що виконує роль акцептора лазерного випромінювання. Малі дози лазерного випромінювання чинять стимулюючу дію на відновлювальні процеси, зокрема, на нормалізацію синтезу колагену, РНК і низки ферментів.

Поглинання лазерної енергії різними тканинами, неоднаково, у зв'язку з

чим здійснюється вибіркова дія тканин БТО з більшою здібністю поглинання їх структурами. Для отримання відмінного ефекту не потрібні великі дози лазерного випромінювання, оскільки БТО працює на порівняно малому енергетичному рівні.

Нейрорефлекторна теорія оснований на фактах, що монохроматичне червоне світло активізує нейрорефлекторний апарат шкіри, а також підлеглих тканин і запускає рефлекторні реакції чи сприяє їх запуску на різних рівнях нервової системи. Це підтверджується, наприклад, ростом рівня цитохромоксидази не тільки в зоні опромінення, але й у віддалених органах, в тому числі ЦНС.

Сутність резонансної теорії впливу на об'єкт фізичними полями, зокрема технічного обладнання, визначається в співпаданні коливань електромагнітних хвиль тканин організму і електромагнітного випромінювання. За наявності резонансу відбувається підсилення біологічних реакцій [25].

Лазеротерапія має все більш широке застосування, по-перше, при захворюваннях, в основі яких полягає порушення нейросудинної трофіки (нейрогенні і судинні захворювання, запальні процеси, обмінні порушення типу артрозу та інші). Лікувальний ефект лазеротерапії підсилюється при застосуванні фармакологічних речовин, що було апробовано авторськими дослідженнями [26, 27]. При частотній модуляції лазерного випромінювання враховують, що низька частота (1-10 Гц) спричиняє тонізуючий ефект, а високі частоти (20-100 Гц) – седативний.

Біологічна дія лазерного випромінювання залежить від характеру тканин, що опромінюються. Коли лазерне випромінювання відбивається тканиною, або розсіюється в неї, то біологічний ефект від лазерного опромінювання незначний. Для впливу на біологічні структури лазерне випромінювання має бути ними поглинуто. Поглинання лазерної енергії залежить від властивостей лазерного випромінювання і БО (БТО), котрий опромінюється.

Актуальною завжди є проблема, пов'язана з лікуванням захворювань зовнішніх тканин, наприклад, виразок, механічних пошкоджень, поранень

тощо, які призводять до подальшого виникнення запалювальних процесів організму та інших небажаних наслідків із застосуванням фармакологічних речовин. Тому постає питання про дослідження та застосування ефективних інтегрованих методів, які використовують когерентне випромінювання. Ці методи можуть більш позитивно впливати на мікроструктури біологічної тканини, а отже, на зміну метаболічних реакцій цілісного організму, зміну величини мембранного потенціалу та температурного градієнту.

Наразі досить відоме застосування впливу лазерного випромінювання на біологічно активні точки (БАТ) та біологічно активні зони (БАЗ) при лікуванні захворювань, тобто лазерна акупунктура. Для підсилення ефекту терапії лазерна акупунктура може бути застосованою спільно з іншими способами лазерного впливу, а також спільно з медикаментозним лікуванням. При цьому лазерне випромінювання має певні характеристики щодо потужності випромінювання, параметрів модуляції, дозування, часу експозиції тощо. Вибір режимів опромінювання дозволяє оптимізувати ефективність лікування.

Окремим типом лікувального впливу є фотодинамічна терапія (ФДТ) як метод лікування, який можна застосовувати в онкології як альтернативний або в поєднанні із традиційними методами лікування онкозахворювань. До переваг ФДТ, порівняно із класичними підходами, можна віднести: неінвазивність або малоінвазивність, вибірковість ураження пухлинних тканин, можливість проведення повторних процедур із мінімальною шкодою для організму, поєднання діагностики та лікування в межах однієї процедури.

Проведення ФДТ складається із декількох етапів [28]. Перший етап – введення фотосенсибілізатора, переважно внутрішньовенно. Наступний етап полягає в накопиченні фотосенсибілізатора у пухлинній тканині. На даному етапі за рівнем флюоресценції фотосенсибілізатора можна оцінити розмір пухлини та її розташування. На останньому етапі уражену ділянку опромінюють світлом (найчастіше лазерним) з певною довжиною хвилі, яка відповідає максимуму поглинання фотосенсибілізатора. При ФДТ важливим є

також вибір ФС та визначення його максимальних піків поглинання для підбору оптимальної довжини хвилі лазерного випромінювання.

Проте відомі засоби лазерної терапії зовсім не враховують сумісність із фармакологічними, хімічними речовинами, іншими лікувальними засобами, не мають зворотнього зв'язку із досліджуваним пацієнтом. Тому необхідними є дослідження нових, більш ефективних інтегрованих режимів впливу лазерного випромінювання, а також рекомендації щодо створення та застосування відповідної апаратури.

1.3. Сучасні методи та засоби дослідження та діагностики стану біотехнічних об'єктів

Наразі за способом діагностичного отримання інформації щодо стану структур органів об'єкта можна виокремити основні групи методів:

- пасивні методи, тобто вимірювання фізичних величин, параметрів сигналів, джерелом яких є саме БТО;
- активні методи, тобто вимірювання фізичних величин, параметрів сигналів, джерелом яких є реакції БТО на зовнішній чинник;
- ідентифікаційні методи, тобто вимірювання потоків частинок, хвиль фізичного поля після взаємодії його із об'єктом дослідження.

Перші дві групи є більш заснованими на досвіді, відчуттях та інтуїції лікаря (вимірювання фізіологічних параметрів, зовнішній огляд тощо). Остання група є забезпеченою технічними засобами, як то ультразвукова індикація, рентгенографія, рентгеноскопія тощо.

1.3.1. Сучасна ультразвукова діагностика об'єкту

Сучасна ультразвукова діагностика стану БТО останнім часом збагатилася новою технологією, яка використовує метод соноеластографії. Цей метод використовує якісний та кількісний аналіз механічних властивостей тканин БТО за допомогою модуля (показника) пружності Юнга, як показано в

роботі [29]. Отже, фізичною основою еластографії є модуль Юнга, що характеризує властивості м'яких тканин чинити опір розтягуванню та зтисненню при пружній деформації цих тканин, та може бути розрахований наступним чином:

$$E = \sigma / \varepsilon, \quad (1.7)$$

або

$$E = \rho C^2. \quad (1.8)$$

У відповідності із цими двома рівняннями еластографія розподіляється на два різновиди. У першому випадку, на базі рівняння (1.7), пружність визначається відношенням величини компресії (σ) до відносної деформації стовбчика тканини (ε), яка має назву стрейна (напруги). Цей варіант має назву «компресійна еластографія» або, інколи «стрейнова еластографія». Рівняння (1.8) дозволяє обчислити модуль Юнга (E) через швидкість розповсюдження швидкоплинної хвилі (C) в речовині (ρ – щільність речовини), цей варіант діагностики має назву «транз'єнтна еластографія».

Компресійна еластографія наразі реалізована в більшості сучасних ультразвукових систем експертного класу і достатньо широко розповсюджена в клінічній практиці як якісний метод візуального оцінювання об'ємної патології поверхнево розташованих органів і тканин, їх структур за допомогою високочастотних лінійних відчутників.

Так, у системах діагностики компанії Siemens компресійна еластографія реалізована і на лінійному, і на конвексному відчутниках. Численна література [29, 30, 31, 32] із компресійної еластографії присвячена двом методикам: оцінці кольорових еластограм і розрахунку показника SR.

Результати дослідження [33] утворень грудної залози підтвердили, що еластографія відображає зміни в кольоровому спектрі залежно від еластичності різних тканин БТО, що присутні в сонографічному зрізі. Дослідження показало, що соноеластографія може бути корисною, при діагностиці кистозних утворень

грудної залози, підтверджуючи їхню етіологію. Введення цього методу в алгоритм дослідження стану структури грудної залози може знизити кількість непотрібних діагностичних біопсій і тривалість традиційного наступного контролю стану об'єкту.

Окрім того, цей метод може бути використаний в якості додаткового в дослідженнях комплексних кист різних тканин об'єктів для оцінювання внутрішнього вмісту їх структур, але, приймаючи до уваги важливість результатів дослідження в В-режимі, діагностична біопсія не повинна при цьому служити протипоказом. Таким чином, застосування методу соноеластографії та засобів її реалізації надає можливості зниження негативного впливу зовнішніх чинників хімічних речовин та фізичних полів на плинний стан структур об'єктів.

1.3.2. Методи сучасної томографії структури об'єкту

У клінічній практиці для оцінювання плинного стану структури головного мозку методом вибору є рентгенівська комп'ютерна томографія (РКТ) [34]. Для візуалізації, наприклад судин головного мозку, використовують ультразвукові методи, які безперечно є найбільш доступними за вартістю і тому їх часто використовують при патології магістральних артерій голови в режимі дуплексного сканування із кольоровим картуванням потоку. Ці методи дозволяють отримати зображення в реальному часі, визначити діаметр судини, напрямок та об'ємну швидкість (з встановленням її профілю) потоку крові, виявити стеноз, оклюзію та звивистість екстра-, а в недалекому майбутньому і інтракраніальних артерій (з отриманням за допомогою транскраніального датчика спектральних характеристик кровотоку) на обмеженій ділянці судини. В той же час слід визнати, що зображення судин, отримані при ультразвуковій діагностиці (УЗД), не досягають морфологічного вирішення РКА, труднощі виникають при візуалізації інтракраніальних артерій через їх недосяжне для даного методу анатомічне розташування. Крім того, результати УЗД не завжди повторимі, оскільки залежать від досвіду дослідника.

Одним із лідерів неінвазивних досліджень, наприклад, структур головного мозку, без сумніву, є РКТ. Особливо це стосується діагностики деяких видів пухлин, при яких частота виявлення досягає 90–100%. В цілому метод дозволяє чітко візуалізувати практично всі структури мозку (сіру та білу речовини, цистернальні простори тощо), виявляти дифузні та очагові зміни його тканини, а також віддіференціювати звично супутній їм набряк. К обмеженням методу відносяться: використання іонізуючого випромінювання, наявність артефактів в ділянках мозку, які граничать з кістковою тканиною (переважно в задній черепній ямці), можливість отримати зображення тільки в поперечній площині, що особливо ускладнює дослідження заднього краніального переходу, гіпофізу та судинних структур. Проте, в томографах останнього покоління цей недолік виправляється за допомогою 3D-методики, коли данні тривимірного об'єму, отримані при мультіплановій реконструкції, використовуються для утворення зображень влюбій площині розтину.

Поява спеціальних контрастних засобів для РКТ здійснила можливість візуалізації судин та судинних структур (субтракційна кіно-КТ-ангіографія) навіть до отримання їх тривимірних зображень (спиральна субтракційна кіно-КТ-ангіографія) та дослідження їх в артеріальній та венозній фазах, а також дозволило проводити кількісну оцінку церебрального кровотоку. Однак водночас втрачається його неінвазивність для об'єкту як головна перевага методу.

Наразі досі поширений метод діагностики стану структур БТО за допомогою магніто-резонансної томографії дозволяє не залучати інвазивні методики, різнобічно досліджувати, наприклад, тканини, структури головного мозку, тощо, і практично водночас, з морфологічним вирішенням, близьким до РКА, оцінити стан екстра- та інтракраніальних судин.

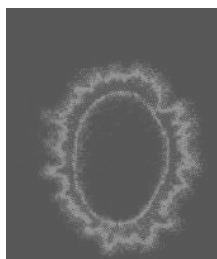
Наразі проводяться дослідження та розробки методів та апаратного забезпечення оптичної когерентної томографії, яка дозволяє без особливих

впливів фізичних полів технологічного діагностичного обладнання на пацієнта здійснювати аналіз стану внутрішніх структур та органів об'єкта.

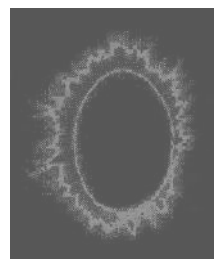
1.3.3. Метод газорозрядної візуалізації сукупних польових структур біотехнічних об'єктів

Досить цікавим методом досліджень стану БО (БТО) є газорозрядна візуалізація (ГРВ) згідно ефекту Кірліана внаслідок того, що розряд відбувається у вузькому газовому проміжку між БО та електродом. Відомо, що при внесенні БО у високочастотне ($f > 1$ кГц) ЕМП з високою напруженістю (порядку 20...25 кВ/см) навколо об'єкту спостерігається характерне світіння, схоже на коронний розряд. Колір цього світіння напряму пов'язаний із хімічним складом газу, в середовищі якого знаходиться об'єкт, а інші характеристики (насамперед це просторова форма світіння та протікаючий розрядний струм) – від природи та стану самого БО.

За своєю сутністю це є візуалізація сукупної польової структури БТО, яка залежить від стану цього об'єкту. Отримане зображення, тобто ГРВ-грама – за аналогією із кардіограмою, енцефалограмою тощо) несе в собі узагальнені (інтегральні) інформаційні ознаки, які характеризують стан БТО в цілому. Це може бути доцільно для діагностики стану БТО, зокрема медичної діагностики (як показано в роботі [35], де як об'єкт дослідження використані пальці рук) (рис. 1.12).



а) пацієнт № 1



б) пацієнт № 2

Рисунок 1.12 - ГРВ-зображення пальця руки практично здорової людини, отримані за допомогою апарату ГРВ

Газорозрядна візуалізація може відбуватися як у постійному полі, так і в змінному з частотою до сотень кГц. Але більш бажаною є висока частота – оскільки в цьому випадку струм протікає по поверхні об’єкту, не проникаючи вглиб (“скін-ефект”). Тривалість імпульсу повинна бути значно меншою, ніж тривалість паузи між сусідніми імпульсами для зменшення часу впливу сильного електричного поля на БТО.

Крім того, зменшення часу впливу поля на об’єкт можна досягти додатковою амплітудною модуляцією послідовності імпульсів. Але в цьому випадку при фотографуванні ГРВ-зображення потрібно або вводити синхронізацію витримки фотоапарату з модульованим сигналом, або взагалі відключати модуляцію. Прилад повинен генерувати сигнал високої напруги (понад 20 кВ) і водночас бути безпечним для оточуючих, на рис. 1.13 наведено бажану форму послідовності імпульсів для успішної візуалізації.

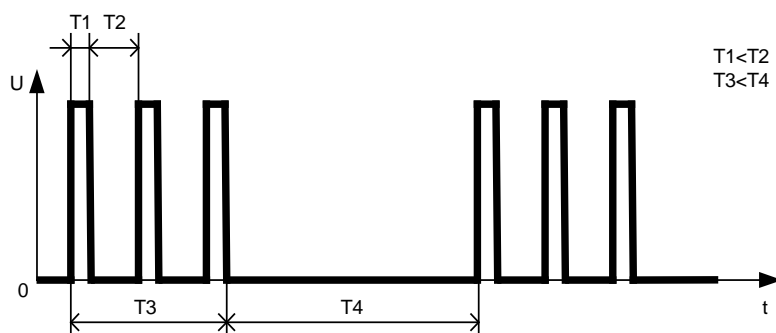


Рисунок 1.13 – Форма послідовності імпульсів візуалізації польових структур об’єктів дослідження

Структурну схему приладу наведено на рис. 1.14. В аналогічних приладах вивід високовольтного блоку, що не з’єднаний з прозорим електродом (вивід 2) заземлений, а ланцюг замикається внаслідок ємнісного зв’язку БТО із виводом заземлення. Цей прилад працює інакше. Другий електрод є добре ізольованим, він не заземлюється, а вводиться у торкання безпосередньо до БТО.

Як показали випробовування, це дає можливість створити переносний прилад, що не вимагає спеціального заземлення, а ланцюг замикається внаслідок ємнісного зв'язку з другим, ізольованим, електродом. Прозорий електрод також є ізольованим, опір ізоляції є дуже великим, оскільки ізолятором є скло.

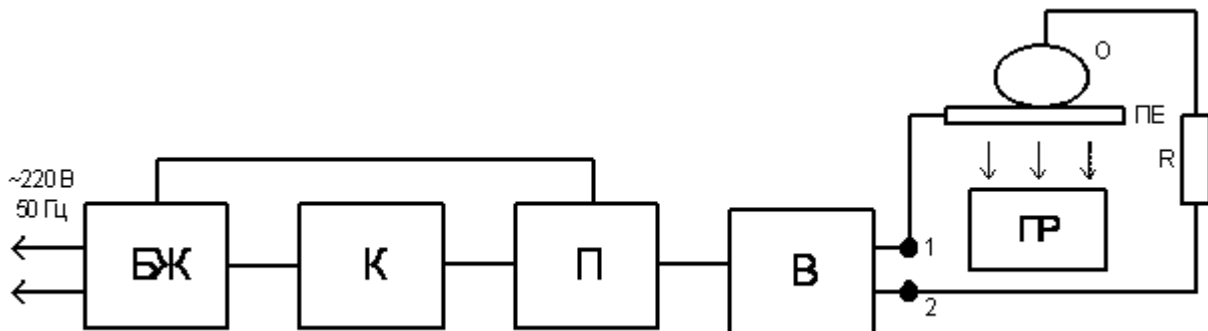


Рисунок 1.14 - Структурна схема приладу для ГРВ [35], де : БЖ – блок живлення, К – керуюча частина, П – підсилювач, В – високовольтна частина, ПР – пристрій реєстрації, О – об’єкт дослідження, R - ізоляція другого електроду

Прилад живиться з мережі змінного струму 220 В, 50 Гц. Блок живлення – понижуючий трансформатор (генерує 24 В з середньою точкою), напруга з нього випрямляється простим двонапівперіодним випрямлячем і стабілізується. Послідовності імпульсів від таймерів подаються на елемент І-НІ, з виходу якого реєструють сигнал, за формою подібний до зображеного на рис. 1.13, амплітуда його становить приблизно 3 В. Отриманий сигнал надходить на підсилювач потужності, з виходу якого отримують сигнал амплітудою 24 В, максимальна сила струму в імпульсі становить 4 А. Високовольтний блок, на який спрямовують попередньо підсилений сигнал, являє собою трансформатор підвищення на основі ТВР (трансформатор вихідний рядковий, який

застосовується в приладах з електронно-променевими трубками) з коефіцієнтом трансформації 1000. До виходів ТВР підключаються електроди.

Останнім часом є також інформація щодо доцільності застосування у практичній медицині сигналів субміліметрового діапазону, яка [36] може використовуватися також і в інтегрованій діагностиці з лікуванням різних захворювань.

1.3.4. Методи фотодинамічної діагностики структур об'єктів

Достатньо застосованими наразі у практичній медицині є методи та засоби фотодинамічної діагностики (ФДД), які дозволяють поєднувати діагностику та терапію захворювання. Важливими задачами при проведенні діагностики є визначення розташування пухлини та контроль за рівнем фотосенсибілізатора у ній в процесі проведення ФДД [37]. Однак рівень сигналу флюоресценції ФС в пухлині досить низький, що значно ускладнює його реєстрацію.

Для того, щоб ефективно поєднати ФДД та діагностику використовують фотосенсибілізатор із декількома піками поглинання на різних довжинах хвиль. Таким чином, збуджуючи світлом в короткохвильовій області, можна отримати флюоресценцію в довгохвильовій області спектру. Це дозволяє поєднати та проводити діагностику і терапію в межах однієї процедури із використанням одного препарату. Для реєстрації сигналу в процесі дослідження [37] обраний спектрометр на базі ПЗЗ-елементів (приладу із зарядовим зв'язком). Перевагою таких спектрометрів є отримання, обробка та передача сигналу в одній структурі ПЗЗ. Порівняно з монохроматором, прилад дає миттєву відповідь по всьому спектральному діапазону, тому відпадає потреба сканувати спектр для вимірювання інтенсивності на окремих довжинах хвиль.

До переваг ПЗЗ спектрометрів можна віднести:

- вимірювання інтенсивності сигналу одночасно в широкому діапазоні хвиль;

- процес отримання та аналого-цифрова обробка сигналу відбувається в одній структурі ПЗЗ;
- зручне програмне забезпечення та висока роздільна здатність допомагає в подальшому ефективно обробити отримані результати;
- універсальний волоконно-оптичний роз'єм SMA-905.

Можливості спектрометричної техніки на базі ПЗЗ елементів дозволяють нам реєструвати динаміку накопичення ФС та слідкувати за рівнем його флюоресценції.

Для порівняння даних та вибору оптимального варіанту в дослідженні [37] були використані ПЗЗ спектрометри Solar S-100 (Білорусь), Ophir WaveStar-V (Ізраїль) та Ocean Optics USB4000 (США).

Для передачі лазерного випромінювання в зону пухлини використовувався магістральний світловод MC2 (моноволокно). Було виявлено, що зміна кута приймального та опромінюючого світловоду суттєво не впливає на отриманий сигнал флюоресценції. Однак постійна зміна розташування та відстані відносно пухлини може впливати на результати дослідження.

Для передачі сигналу флюоресценції до спектрометра використовувались наступні світловоди із роз'ємом SMA-905: поєднаний світловод із кварцовою жилою в центрі (для опромінення) та полімерними волокнами по всьому діаметру роз'єму (для прийому сигналу); кварцові моноволокна із діаметром світлопропускаючої жили 400 та 600 мкм; полімерний джгут із збільшеною прийнятною площею ($1,57 \text{ мм}^2$) за рахунок максимального заповнення трубки волокном; поєднання двох окремих полімерних жил для опромінення і приймання сигналу.

На рис. 1.15 показано порівняння сигналу флюоресценції пухлини протягом 2,5 години кожні 30 хв, де 1 - флюоресценція пухлини через 30 хв, 2 - флюоресценція пухлини через 1 год, 3 - флюоресценція пухлини через 1,5 год, 4 - максимум флюоресценції через 2 год, 5 - вихід ФС із пухлини через 2,5 год. Використовуючи дані проведених експериментів, виявлено можливість

реєстрації сигналу флюоресценції ФС в пухлині за допомогою спектрометричної техніки.

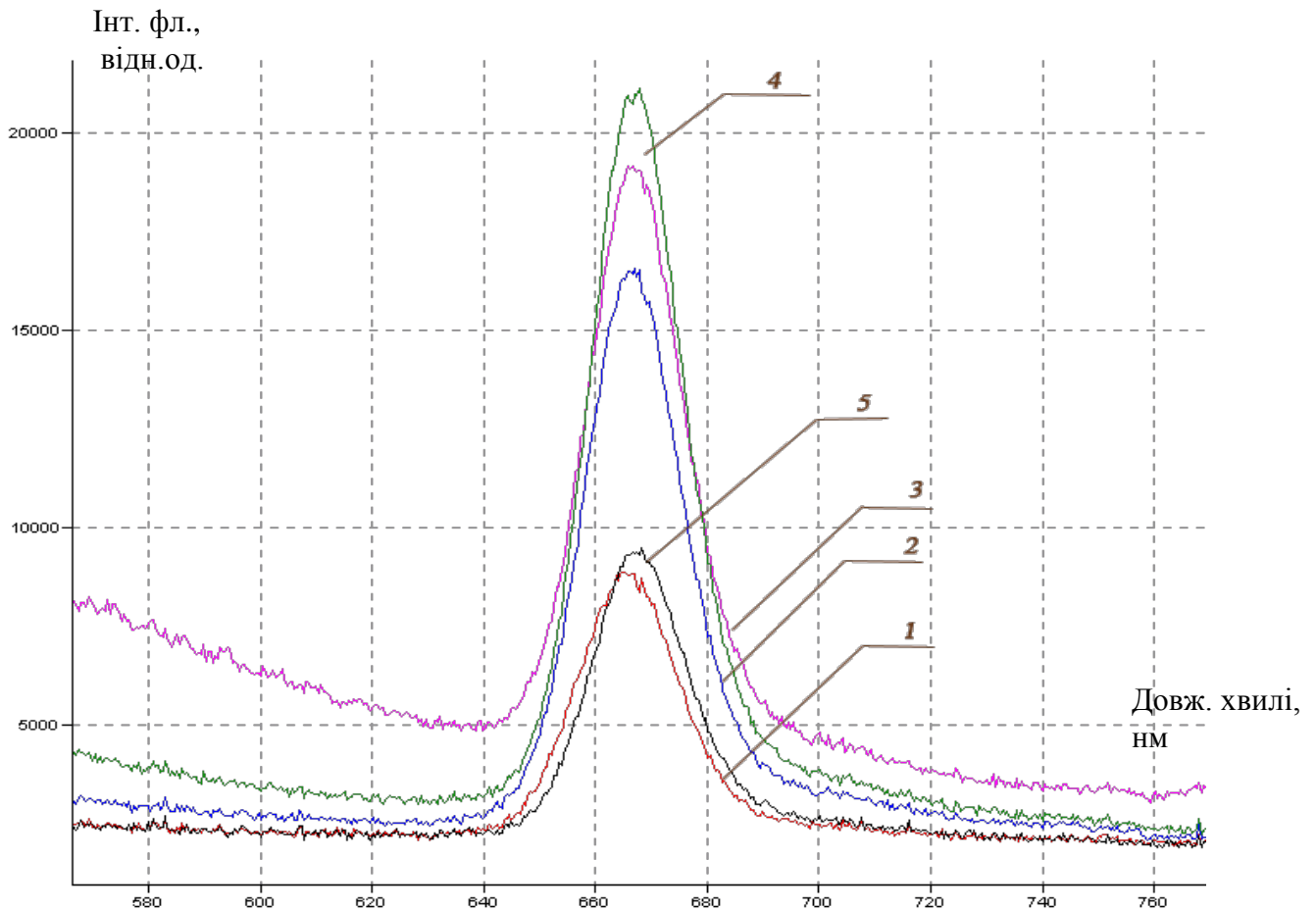


Рисунок 1.15 - Рівень флюоресценції пухлини, зареєстрований спектрометром Ocean Optics USB4000 протягом 2,5 години

Розроблений метод інтегрованої діагностики може бути застосовано для контролю рівня накопичення фотосенсибілізатора в структурах пухлинної тканини та визначення часових меж дії лазерного випромінювання на пухлину. Однак потрібно удосконалювати спосіб передачі сигналу реєстрації та опромінення пухлини конструктивно та розробляти систему для реєстрації флюоресценції.

1.3.5. Оптичні аналітичні методи та засоби діагностики стану об'єкту

Окремим типом методів діагностики є оптичні методи та волоконно-оптичні системи для малоінвазивної медицини. Існуючі схемо-технічні рішення незображуючих волоконно-оптичних систем діагностики структур об'єктів враховують наступні базові функціональні модулі [3]: модуль джерел випромінювання; волоконно-оптичний інструмент, що містить оптично спряжені волоконно-оптичну транспортуючу систему та оптичний дистальний інструмент; модуль аналізу інформаційного сигналу. Слід зазначити, що досліджувана тканина входить до обох каналів системи і може бути або в якості об'єкту цільової дії оптичного випромінювання (активний вплив різної потужності випромінювання), або в якості середовища, що формує інформаційний оптичний сигнал (діагностика, моніторинг, дослідження). Таким чином, з урахуванням цього запропонований алгоритм реалізації подібних методів для мінімально інвазивної клінічної медицини поділяється на два блоки: блок фізичної взаємодії оптичного випромінювання з біологічною тканиною та апаратний блок [38].

Перший блок надає опис процесів фізичної взаємодії оптичного випромінювання з біотканинами складної просторової структури об'єкта. Вихідними даними для цього можуть бути бази даних параметрів біотканин різної локалізації та фотосенсибілізаторів (в разі їх використання для реалізації процесів діагностики стану структур БТО), визначених на основі проведених експериментів. Складені на основі лабораторних *in vitro* досліджень бази даних параметрів структур біологічних тканин об'єкта можуть бути доповненими та/або відкорегованими за результатами *in vivo* доопераційних вимірювань індивідуальних параметрів певного БТО.

Механізми взаємодії оптичного випромінювання з структурами тканин, що описуються відповідними математичними моделями, мають враховувати різну фізичну природу трансформації оптичного випромінювання в структурах тканини, а саме: фотомеханічні, фототермічні, фотохімічні та оптичні

перетворення. Математичні моделі мають обов'язково доповнюватись відповідними інженерними методиками розрахунку параметрів процесів дослідження та спеціалізованим програмним забезпеченням планування процесів діагностики та лікування. Оптимізація параметрів процесів діагностики має здійснюватися з урахуванням існуючих медичних і технічних критеріїв, що характеризують очікуваний кінцевий результат (ступінь термоураження біотканини, глибина та радіус некрозу, порогове значення інформаційного сигналу тощо) та можливі негативні наслідки (несанкціоноване невідновлюване ураження прилеглих біотканин, терморуїнація волоконно-оптичних пристроїв тощо).

1.3.6. Радіометричні методи та апаратне забезпечення діагностики стану біотехнічних об'єктів

Радіометричні системи [18] достатньо точно вимірюють потужність слабких ЕМВ, порівнюваних або менших за потужність шумів вимірювальної апаратури. Водночас, ЕМВ приймають антеною, сигнал від якої подають на модуляційну систему.

Вхідний атенюатор регулюють до значення α_1 , за яким встановлюється нульовий показник індикатора радіометра. Потім спрямовують антену на випромінювання абсолютно чорного тіла (АЧТ) в діапазоні НЗВЧ з відомою температурою і змінюють коефіцієнт передачі атенюатора до значення α_2 , при якому відновлюється нульовий показник індикатора радіометра.

Далі екранують вхід антени від зовнішніх випромінювань та знову змінюють коефіцієнт передачі атенюатора до значення α_3 , при якому встановлюється нульове значення показника індикатора, а потужність P_X , що вимірюється, визначається за формулою

$$P_X = \frac{\alpha_2(\alpha_3 - \alpha_1)}{\alpha_1(\alpha_3 - \alpha_2)} P_0,$$

де P_0 – потужність випромінювання АЧТ з відомою температурою.

Із отриманого виразу видно, що на результат вимірювання потужності випромінювання не впливають шуми антени, шуми радіометра, нестабільність параметрів радіометра, непостійність чутливості антени, а також варіації потужності гетеродина при його перестройці.

Похибка вимірювання залежить тільки від похибки градуювання атенюатора, яка для вимірювальних атенюаторів НЗВЧ-діапазону (ДЗ-37, ДЗ-38) не перевищує $\pm 0,1$ дБ в діапазоні до 10 дБ та $\pm 0,018$ дБ до 50 дБ. Перестроюючи частоту гетеродина, можна визначити спектральну щільність потужності досліджуваного об'єкта в широкому діапазоні НЗВЧ, а також проводити діагностику стану біологічних і технічних об'єктів у єдиній біотехнічній системі.

Наразі досить поширені методи абсорбційно-резонансної спектроскопії, що засновані на резонансному поглинанні та випромінюванні квантів при енергетичних переходах молекулярно-атомних квантових систем (електронний парамагнітний резонанс, оптична спектроскопія, спектрально-хвильова НВЧ/НЗВЧ-радіоспектроскопія). Останній тип принципово відрізняється від абсорбційно-резонансної спектроскопії та базується на явищах резонансної взаємодії фізичних і біологічних середовищ з мм-хвилями, що не пов'язане з резонансним квантовим поглинанням. Цей метод є чутливим до складу та властивостей речовин і домішок, а також до динаміки процесів, які відбуваються у середовищах БО (БТО). Так, метод (рис. 1.16) [18] є неінвазивним, дозволяє враховувати вплив зовнішніх подразників різного типу на досліджуваний об'єкт, тобто фармакологічні препарати, хімічні речовини, зовнішні фізичні поля випромінювання різних апаратів тощо.

За допомогою генератора 2 пілкоподібної напруги вихідна частота генератора 1 мм-діапазону переналагоджується у межах частотного діапазону від f_{\min} до f_{\max} , що відповідає ширині розгортки осцилографічного індикатора 11.

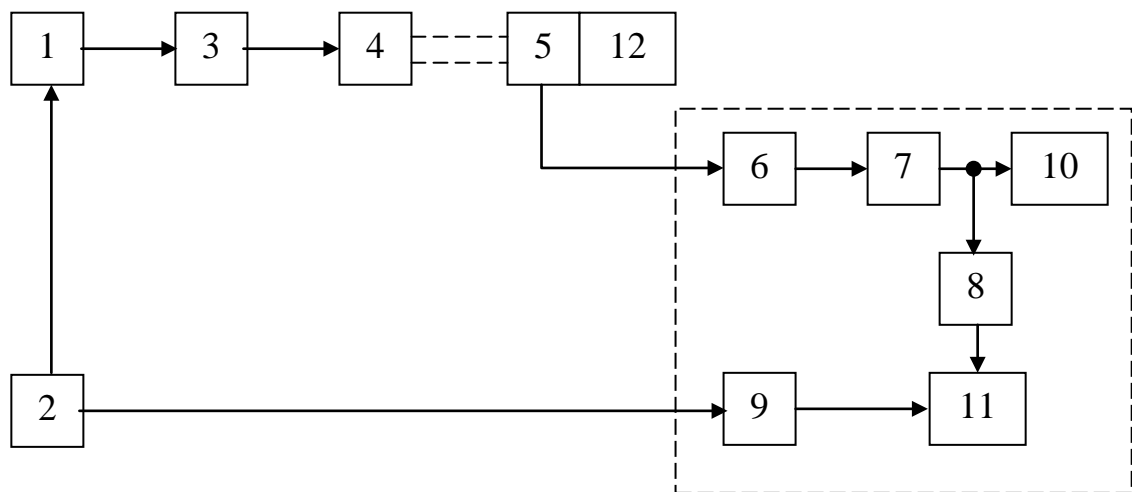


Рисунок 1.16 - Схема проведення спектрально-хвильової НВЧ/НЗВЧ діагностики біологічних об'єктів, де: 1 – генератор мм-діапазону, 2 – генератор пилкоподібної напруги мм-діапазону, 3 – атенюатор, 4 – випромінююча антена, 5 – приймальна антена, 6 – вхідний підсилювач радіометричного приймача, 7 – канал перетворення радіометра, 8, 9 – підсилювачі, 10 – цифровий індикатор інтенсивності вхідного сигналу, 11 – панорамний осцилографічний індикатор, 12 – біологічний (біотехнічний) об'єкт

Резонансні явища, що виникають у мм-діапазоні довжин хвиль, реєструють як відгук у дм-діапазоні. Метод діагностики заснований на реєстрації резонансних частот молекулярних коливань структур організму в нормі та патології. Всі системи, органи та тканини організму в нормі мають резонансні частоти, близькі до резонансних частот води, а присутність індивідуальних резонансних частот у спектрах свідчить про наявність патологічних змін. Встановлено [18] залежності амплітуди піків і добротність середовища, що визначена як відношення резонансної частоти до ширини ліній за рівнем 0,5, тобто

$$Q = \frac{f_p}{\delta_{0,5}}, \text{ при нормі значення } \frac{\mathfrak{I}}{\mathfrak{I}_0} = 1; Q = 100 - 200.$$

Дослідженнями визначено, що у патології на початковій стадії виокремлюються два типи відхилень у спектрах: у першому випадку амплітуда піків і добротність спектральних ліній малі $\mathfrak{Z}/\mathfrak{Z}_0 = 0,5$; $Q = 25 - 50$; у другому випадку значення високі $\mathfrak{Z}/\mathfrak{Z}_0 = 2 - 3$; $Q = 500 - 1000$. Оскільки амплітуди піків і добротність є характеристиками структурного порядку та синхронізації молекулярних коливань біологічного середовища, зроблено висновок: будь-які відхилення від визначених інтервалів оптимальних параметрів структуризації та синхронізації хвильових процесів середовища свідчать про наявність патологічних процесів в організмі.

Таким чином, визначення фактичного стану параметрів польових структур об'єкта у біотехнічній системі радіометричною апаратурою в міліметровому діапазоні є одним з досить точних методів діагностики.

1.3.7. Інформаційні технології резонансної діагностики стану біотехнічних об'єктів

Наразі існує низка модифікацій апаратно-програмного комплексу діагностики та низькоенергетичної резонансно – хвильової терапії, наприклад представлений на рис. 1.17, який застосований здебільшого у приватних медичних центрах Росії та України, а також низка подібних комплексів-сателітів типу «Интроспект», «Аурум Сенситив Имаго» тощо. Розробники декларують, що цей апаратний комплекс є системою електронних осциляторів, які резонують на довжинах хвиль ЕМВ, енергія яких адекватна енергії руйнації домінуючих зв'язків, що підтримують структурну організацію об'єкта, а також подібні апаратні комплекси мають програмне забезпечення, що дозволяє проводити діагностику та терапію захворювань на підставі резонансних явищ в організмі. Основні ідеї застосування цих та аналогічних апаратних засобів та методів полягають в тому, що при оборі частоти впливу можна навіть при

незначному сигналі істотно посилити нормальні або ослабити патологічні коливання у системі БТО.

Проте дослідження роботи цих систем здебільшого доводять, що ці системи працюють лише на основі програмного обрахування звичайної статистики захворювань, антропологічних, фізіологічних даних та анамнеза пацієнта, тобто застосування подібних апаратів може призвести до небажаних наслідків. Достовірність їх найкращих результатів не перевищує 50%, а їх застосування взагалі розраховано на продаж пацієнтам препаратів типу біологічно активних добавок (фармакологічних препаратів, хімічних речовин) невідомого походження певних фірм-виготовників.



Рисунок 1.17 - Апаратно-програмний комплекс діагностики та низькоенергетичної резонансно – хвильової терапії

Відомі також цікаві розробки спектроаналізаторів для діагностики якості фармацевтичних препаратів, хімічних речовин, наприклад, фірм Analytical Spectral Devices, B & W Tek, Brimrose Corporation, Bruker Daltonics, ChemImage, Polychromix, що працюють на основі Фур'є і раманівській комбінаційній спектроскопії, флуоресцентній спектроскопії, абсорбційній спектроскопії у видимій області та ближньої інфрачервоної області спектру. Подібні прилади дозволяють отримувати спектральні характеристики застосованої хімічної

речовини, фармацевтичного препарату навіть у польових умовах, що може бути корисним при проведенні лікування та діагностики.

Отже, на підставі проведеного аналізу існуючих та застосованих наразі у клінічній практиці методів і засобів діагностики стану БТО, а також лікування певних патологічних структур в їх масі, можна визначитися із їх класифікацією для обрання найбільш доцільного напрямку досліджень щодо створення нових інформаційних технологій діагностики.

Сучасні методи та технічні засоби, які призначені для інтегрованого впливу та діагностики, можуть бути класифіковані наступним чином:

1. Рентгенівська комп'ютерна томографія (діагностика);
2. ЯМР-технології діагностики, МРТ-томографія;
3. Оптична когерентна томографія;
4. Ультразвукова терапія та діагностика, в тому числі соноеластографія;
5. Магнітотерапія, в тому числі гемоманітотерапія;
6. Діагностика на основі газорозрядної візуалізації (ГРВ);
7. Фізіопунктура (діагностика та лікування) – впливи різними фізичними полями на структури об'єкта;
8. Теплотерапія;
9. Електротерапія;
10. Квантові технології діагностики та лікування:
 - лазеротерапія та лазеродіагностика, в тому числі гемолазеротерапія та діагностика деяких параметрів крові, діагностика дерматологічних захворювань тощо;
 - мікрохвильова резонансна терапія та діагностика, в тому числі спектрально-хвильова НВЧ/НЗВЧ діагностика;
 - міліметрова терапія та діагностика;
 - терагерцова терапія та діагностика;
 - радіотермометрична терапія та діагностика;
11. Інтегровані методи та засоби діагностики та лікування:

- фотодинамічна терапія та діагностика;
- фармакофізіотерапія та діагностика (електрофорез, фотофорез, магнітофорез, лазерофорез тощо) сумісно із методами діагностики;
- лазеротерапія та діагностика сумісно з мікрохвильовою резонансною діагностикою.

Найбільш перспективним напрямком може бути розвиток інформаційних технологій систем інтегрованих діагностики та лікувального впливу, які застосовують у своїх принципах дії не одне фізичне явище, та тим самим сприяють підвищенню достеменності отриманих результатів при аналізі параметрів польових структур об'єктів лікування, дослідження тощо.

Проте жодна із існуючих та застосованих у медичній практиці систем не враховує чинники зовнішнього впливу на об'єкт дослідження, як то фізичні поля, хімічні речовини (лікувальні засоби), чинники навколишнього середовища, котрі впливають безпосередньо на процес діагностики та лікування. Тому необхідно при створенні нової інформаційної технології інтегрованої діагностики враховувати ці впливи.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

1. На підставі проведених досліджень та аналізу сучасних методів і засобів діагностики та активного впливу, що найбільш наразі застосовані у клінічній практиці, визначено класифікацію методів і апаратних комплексів.
2. Розглянуто принципи дії існуючих наразі лікувальних і діагностичних систем і апаратних комплексів, зокрема при застосуванні електромагнітних випромінювань у широкому спектральному діапазоні.
3. Показано, що необхідним є створення нових інформаційних технологій лікування та діагностики, інтегрованої медичної апаратури, яка містить модулі опромінювання, базовані на різних фізичних засадах.
4. Визначено необхідність включення ланцюгів зворотнього зв'язку із біологічними (біотехнічними) об'єктами в діагностично-лікувальні системи для виключення негативних наслідків впливу зовнішніх подразників, зокрема хімічних речовин препаратів, зовнішніх електромагнітних випромінювань, гравітаційних, електричних, магнітних, електромагнітних полів.
5. Отже, розробка нових інформаційних технологій лікування та діагностики та обладнання повинна базуватися на тенденції надання лікареві максимальної свободи вибору й можливостей позитивного регуляторного впливу на динаміку метаболічних процесів організму пацієнта із врахуванням його загальних й індивідуальних особливостей. Ця тенденція може бути успішно реалізована внаслідок впливу на складну, багатомірну польову структуру організму людини сигналами із заданою й відтвореною просторово-часовою керованою структурою й відповідним контролем за ходом лікування.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА КОНЦЕПЦІЯ ВЗАЄМОДІЇ БІОТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ЗАСАДАХ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ЗОН ЇХ ПРИСУТНОСТІ

Для створення теоретичних засад новітніх інформаційних технологій дослідження стану БО (БТО) за наявності зовнішнього впливу, то необхідно сформулювати низку основних фізико-хімічних і технічних тез, які нададуть можливості утворити деякі аналітичні дослідження стосовно БО. В основі подібних досліджень розглядається низка проблем, притаманних БО. Наразі це властивість до захворювань і, як наслідок, зниження фізико-хімічних та технічних параметрів, яке притаманне всім БО як узагальнена ситуація.

З іншого боку, існує проблема підбору спектру лікувальних засобів, зокрема фармакологічних, тобто хімічних, біологічних рослинних речовин тощо, фізичних полів терапевтичного (діагностичного) впливу для того, щоб привести ці параметри до норми. Зробити повноцінний аналітичний розгляд неможливо, якщо не ввести поняття абстрактної сутності (АС), яка полишена ознак низького порядку. Наразі подібна вимога є необхідною, хоча б через те, що, навіть у сучасній медицині, часом не існує єдиного погляду на певне захворювання, а кількість лікувальних засобів та методів їх застосування нараховує сотні тисяч. Тим не менш, результат не є завжди позитивним.

2.1. Теоретичне підґрунтя побудови аналітичних моделей існування та житьєдіяльності біотехнічних об'єктів

Для того, щоб зробити базові висновки стосовно дії певного процесу щодо інформаційної технології діагностики та лікування, необхідно мати первинне моделювання у максимально спрощеному вигляді і тільки потім будувати більш складні варіанти, які не мають протиріч із первинною моделлю. Тому для обґрунтування взаємодій БО, БТО, ТО та фармакологічних речовин і фізичних полів, необхідно розглянути спрощені моделі АС.

2.1.1. Фізико-хімічне та технічне підґрунтя існування абстрактного біотехнічного об'єкту

Серед усіх наукових і технічних проблем сьогодення найбільш дошкульною є проблема фізичної взаємодії об'єктів між собою. Здебільшого у сучасній фізиці, хімії, біології тощо користуються абстрактними поняттями для того, щоб зосередити всі властивості досліджуваної сутності в одне ціле. Особливо у цьому напрямку працює класична фізика. Проте, таке поняття, як «матеріальна точка», не може бути реалізовано технічно з низки причин [39]. Тому, як наслідок, зосередження фізичних властивостей в одне ціле виникає низка проблем при технічній реалізації, тобто існує необхідність створення такої моделі, яка б при певних умовах задовольняла б не тільки теорію з її спрощеними фізико-технічними нюансами, але й задовольнила б вимоги виробництва медичного обладнання, пояснюючи, яким чином відбувається перехід від уявно-теоретичного до реально-матеріального вигляду. Водночас вираз «технологічний процес» розуміємо як абстрактне комплексне поняття виникнення, нарощування маси, існування та розвитку, життєдіяльності біологічного, біотехнічного, технічного або патологічного об'єктів (БО, БТО, ТО або ПО), що розглядаємо як АС.

Для цього нам необхідно розглянути низку проблем, а саме:

- сформулювати поняття про основи існування АС, яке складається з наступного:
 - а) утворення базових понять існування АС, тобто крапка, лінія, поверхня, об'єм тощо;
 - б) основні базові поняття про утворення зони присутності абстрактного об'єкту;
 - в) основи фізико-математичного підґрунтя існування АС та її зони присутності;
- закони абстрактної сутності, а саме:
 - а) закони координат;

- б) закони взаємодії;
- в) закон агресії;
- г) закон енергетичного балансу.

2.1.1.1 Основні базові поняття існування абстрактного біотехнічного об'єкту

Основна проблема у формування базових понять існування абстрактного БТО як абстрактної сутності полягає у низці протиріч між класичними науковими поглядами та їх технічною реалізацією. Якщо у фізиці та математиці є можливість розглядати такі поняття з певною мірою наближеності, коли вважається, що похибка у визначенні того чи іншого параметру є неважливою стосовно загальної теоретичної ситуації, то у процесах вимірювання це явище абсолютно не припустиме. У цьому випадку необхідно звернути особливу увагу на різницю у виконанні вердикту точності. Так, наприклад, класична фізика та математика надмалі величини відносять до таких, що ними можна нехтувати стосовно вирішення загальної задачі. Проте, трапляється низка ситуацій, коли спрощення, які виконуються, призводять або до суцільних складнощів з неправильним результатом, або до повної неможливості її вирішення. Оскільки класичні науки є суто уявними, тобто це ТФ другого роду [40], то існує ситуація неадекватного його сприйняття і, як наслідок, значних похибок при реалізації. Таких прикладів існує безліч за всю історію розвитку науки та техніки і біосфери взагалі.

Так, наприклад, лише 50% народжуваних БО можна вважати здоровими, тобто такими, які відповідають ідеалізованому технологічному фантому (ТФ), а 1% має патологічні відхилення. Тобто між ТФ та його реалізацією існує відповідне відхилення, яке супроводжує БО весь його життєвий цикл. Стосовно техніки, тобто ТО та проміжного варіанту БТО така ситуація не є кращою. Навіть те, що зараз вироблено людством, не можна назвати остаточно досконалим. Тобто, якщо ми досягли повної уявної досконалості виробів,

необхідно було б констатувати той факт, що розвиток науки та техніки зупинився, проте цей процес продовжується.

При реалізації класичних фізико-хімічних і математичних задач у реальній конструкції ТО, БТО одразу постає проблема відтворення АС як такої. У технологічних процесах аналітичні задачі виконують функцію підґрунтя для виконання тієї чи іншої дії.

Як наслідок, всі похибки, які притаманні ТФ, повністю переносяться на реальний об'єкт. Принципові теоретичні похибки у цьому випадку ліквідувати можливо лише у одному випадку, коли розходження між ТФ та реальним об'єктом реєструються на ранніх стадіях. Тобто, якщо реальна система і спроможна виконати більш-менш наближену копію уявного, це ще не означає, що ця копія відповідає дійсності. В основі цього явища є теза, що в уявній системі точність можна «уявляти» нескінченною або необмеженою.

Стосовно реальної системи точність є обмеженою і у часі, і у просторі, тобто уся реальна система обмежена якістю чутливих елементів (ЧЕ), які визначають ці параметри, які є завжди обмеженими деякими конструкційними особливостями. У реальних системах (БО, БТО, ТО тощо) завжди існує низка елементів (а практично всі), які не виконують умови у системі «уявне → дійсність». Звідси кінцевий результат (БО, БТО, ТО тощо) є певним лише у межах системи контролю. Але і система контролю будується на засадах перетворення уявного в реальне (дійсне).

З суто теоретичного погляду необхідно констатувати той факт, що реальна система ніколи не буде однаковою за точністю з уявною, вони лише приблизно наближатимуться одна до одної.

Проте, попри всі ці проблеми необхідно розглянути основні закони, які надають нам можливість сформулювати, що таке АС як така. У широкому загалі під АС будемо розуміти обмежену поверхнею частину простору, яка має властивість силової взаємодії з навколишнім середовищем. У зв'язку з цим

формулюванням виникає загальна постановка задачі з математичним описом АС як такої. Отже, звідси маємо наступні умови існування АС:

- умова об'єму: кожна АС повинна задовольняти умові:

$$V_{AC} \neq 0; \quad (2.1)$$

- умова взаємодії: рівнодіюча всіх сил, взаємодіючих з АС, не дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^{\infty} F_i \neq 0. \quad (2.2)$$

Наслідок 1: кожна АС має кінцеву енергію взаємодії з оточуючим середовищем.

Наслідок 2: кожна АС не має статичного центру маси, а лише миттєвий у відносній системі координат;

- умова маси: АС може мати масу від нескінченності до мінімуму, наближеному до нуля:

$$\infty \geq M_{AC} > 0; \quad (2.3)$$

- умова зони присутності: кожна АС створює навколо себе польову структуру, яка визначається фізикою процесів за системою законів (2.2).

Наслідок: кожна АС створює навколо себе лише таку зону присутності, на яку вона здатна.

Надалі, у тих чи інших розділах, буде доведено на фізико-математичній розвідці достеменність означених вище умов та їх наслідків.

При викладенні матеріалу цього розділу автори зустрілися з цілою низкою проблем стосовно класичних фізико-технічних понять, тобто повна нез'ясованість таких понять як точка (крапка), лінія, поверхня, об'єм тощо, яке не формулюється у жодному підручнику з фізики. Тому основною проблемою є обґрунтування абстрактного поняття про первинні геометричні властивості БО, БТО, ТО, а також ПО.

2.1.1.2. Дослідження координат розташування біотехнічних об'єктів у просторі

У загальному розгляді тези про об'єм абстрактної сутності необхідно звернути увагу на його мінімальні та максимальні розміри. Основна проблема тут криється у тому, що необмежений об'єм не викликає серйозних зауважень, в той час, як мінімальні об'єми АС викликають низку труднощів. Сутність полягає у тому, що здебільшого АС мінімальних розмірів визначає нуль відліку у будь-якій системі координат. Звідси маємо проблему дослідження мінімальних об'ємів та його впливу на точність визначення координат.

У процесах визначення величини будь-якого параметра всіх без винятку цікавить конкретне значення деякої величини, а не нормальний закон розподілу похибок [41]. Міра точності за цим законом визначається як

$$h = \frac{1}{\sqrt{2\sigma}}, \quad (2.4)$$

де σ – абсолютна довільна величина.

На практиці це має дещо інший вигляд. За серією вимірювань можна обчислити величину σ . Тобто маємо ситуацію, коли практика викликає виникнення подібних математичних залежностей, а не навпаки. Це означає, що ніякий вибір величини σ не допоможе виконати технологічну операцію з відповідною точністю. Таких випадків у техніці безліч.

Наразі наведені факти показують, що питання точності необхідно ретельно дослідити. І робити це потрібно з елементарних понять перш ніж розглядати складні процеси. Тому звернемося до таких простих понять як крапка та точка. Наразі існує дуже велика кількість понять точки, наприклад: точка перегину функції, точка відліку, точка кипіння, фізична точка тощо [41, 42]. У всіх цих випадках поняття «точка» сприймається як деякий абстрактний об'єкт, якому притаманні певні фізичні властивості та координати розташування у просторі, і тому повинна зосереджувати усі ці властивості, інакше вона не буде відповідати поставленій меті. У математиці та фізиці

можна уявляти лінії (силові) та точки, які мають нульовий діаметр, але для практичної реалізації, технології це є повний нонсенс, оскільки вони не можуть існувати, а зареєструвати їх наявність неможливо ні в який спосіб. Тому для того, щоб з'ясувати, що це за об'єкт, необхідно розглянути його фізико-технічні властивості матеріального тіла, яке має кінцеві розміри. Надалі використовуємо слово «крапка», оскільки у своїх синонімічних сполученнях воно більш широке ніж слово «точка».

Математичні розвідки стосовно розмірів крапки як об'єкту БО, БТО, ТО довели [39, 40], що це є суто відносна величина між об'єктами у системі “носій - крапка». Звідкіля маємо можливість стверджувати, що:

$$\lim_{x_0, y_0, z_0 \rightarrow \infty} \left(\frac{d_x}{X_0}, \frac{d_y}{Y_0}, \frac{d_z}{Z_0} \right) = \varepsilon_k; \lim_{S_0 \rightarrow \infty} \frac{S_k}{S_0} = \varepsilon_s; \lim_{V_0 \rightarrow \infty} \frac{V_k}{V_0} = \varepsilon_v. \quad (2.5)$$

де d_x, d_y, d_z – діаметри крапки за координатами;

X_0, Y_0, Z_0 – геометричні розміри об'єкта, де знаходиться крапка;

ε_k – координатний параметр крапки;

S_k – площа крапки;

S_0 – площа об'єкту, де знаходиться крапка;

ε_s – параметр площі крапки;

V_k – об'єм крапки;

V_0 – об'єм простору, де знаходиться крапка;

ε_v – об'ємний параметр крапки.

На рис. 2.1 відображено характер цих функцій (2.5). Дуже добре видно, що функції мають критичну точку при $\varepsilon_v, \varepsilon_k, \varepsilon_s = 1$, коли поняття крапки та об'єкту втрачають сенс. Вліво від одиниці об'єкт та крапка міняються місцями. Вправо від одиниці крапка може бути ідентифікована лише у конкретному визначеному інтервалі технологічних можливостей, менше за яких існують лише абстракти. Вочевидь, існує проблема мінімальних розмірів

крапки як об'єкта БО, БТО, ТО, а також ПО. Тому перш ніж визначати, яким чином зареєструвати крапку (БО, БТО, ТО, ПО) мінімального розміру, необхідно визначитися з її розмірами.

При розгляді об'єкту у вигляді лінії (рис. 2.2) необхідно зауважити, що лінія повинна мати відповідну площину S_L у перерізі.

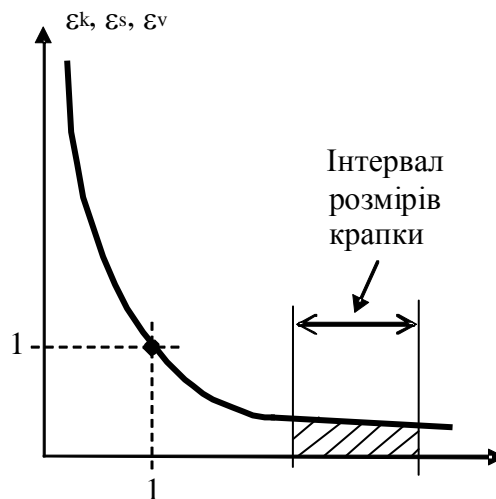


Рисунок 2.1 – Залежність параметрів крапки від параметрів об'єкту

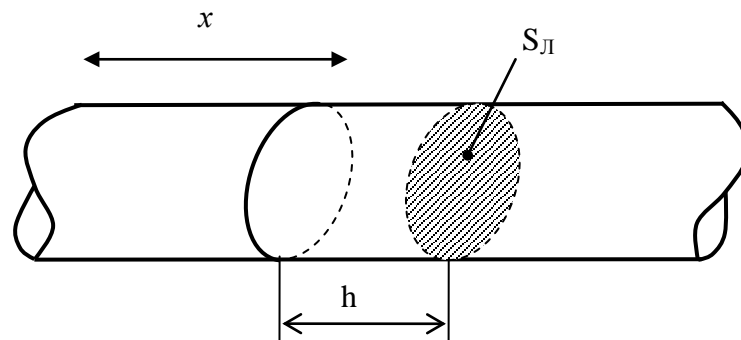


Рисунок 2.2 – Визначення крапки у лінійній координаті

Це є мінімальне значення, менше за яке, чутлива система чутника повинна її зареєструвати як об'єкт, по якому вона рухається. Водночас, висота h такої форми, як циліндр, визначатиметься швидкістю руху чутника вздовж

об'єкту та його швидко-чутливих здібностей – до визначення середовища, тобто

$$h = t_T \cdot V_p, \quad (2.6)$$

де t_T – час, необхідний для визначення торкання;

V_p – швидкість руху чутника.

Оскільки крапка (БО, БТО, ТО, ПО) повинна мати геометрію, яка наближається до ідеальної, то необхідно виконати умову: $h = d_k$. У такому випадку будемо мати обмеження для швидкісних параметрів руху відчутника, а саме: $h = d_k = t_T \cdot V_p$. З іншого боку, маємо обмеження по площі перерізу, тобто кінцевий результат буде наступний:

$$V_p = \frac{2}{t_T} \sqrt{\frac{S_{\square}}{\pi}}. \quad (2.7)$$

Зазвичай $t_T = const$, тому обмеженню підлягає саме швидкість руху V_p . Аналогічну залежність можна отримати і для інших форм перерізу. Так, наприклад, якщо лінія має прямокутний переріз (оптимально це квадрат), то відповідно

$$V_p = \frac{1}{t_T} \sqrt{S_{\square}}. \quad (2.8)$$

На площині (рис. 2.3) оптимальною формою крапки є диск з товщиною $t_T V_p$. Як видно у цьому випадку спрацьовує та ж сама ситуація, що і для лінійного розташування крапки, тобто справедлива залежність (2.6). З іншого боку, тут накладається умова на товщину об'єкта, де розташована крапка – вона повинна бути не менше за величину $t_T V_p$, тобто радіус, менший за величину

$$R = \frac{t_T V_p}{\sqrt{2}}. \quad (2.9)$$

У 3D-просторі крапка повинна бути кулястою (рис. 2.4). Діаметр такої кульки повинен бути не менший за $t_T V_p$.

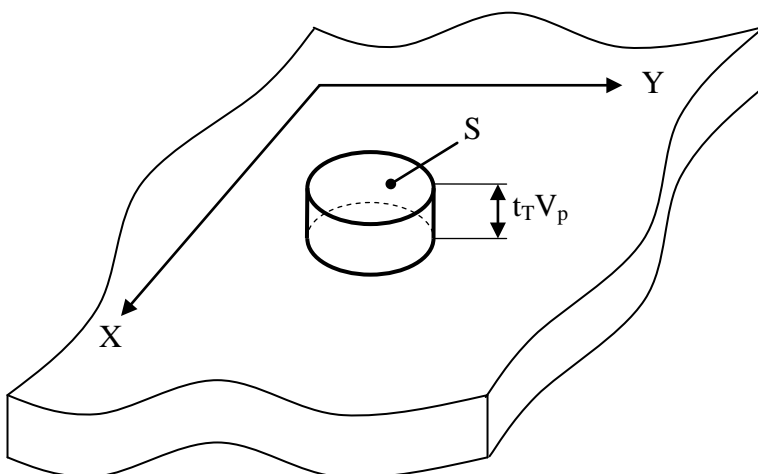


Рисунок 2.3 – Крапка на площині

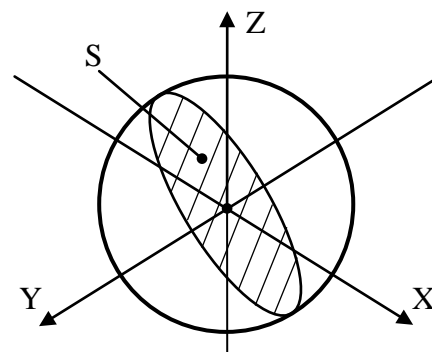


Рисунок 2.4 – Крапка у трикоординатному просторі

Сутність цієї задачі полягає у тому, що для реакції ЧЕ необхідно мати відповідну площу перерізу по напрямку руху ЧЕ. Це може відбутися лише за того випадку, коли у кулю вписано циліндр з параметрами лінійного руху. Звідкіля радіус крапки для кульки не може бути менший за

$$R = \frac{t_T V_P}{\sqrt{2}}. \quad (2.10)$$

Тобто тут маємо геометричну спорідненість об'єкту незалежно від кількості координат.

Крапка як технологічний об'єкт має два інтервали часу свого існування. На першому інтервалі вона створюється, а на другому інтервалі виконує свої технологічні функції, що може застосовуватись у діагностичному обладнанні.

Розглянемо найпростіші випадки виникнення крапки (рис. 2.5). Існують два основні способи виникнення крапки: за позитивною (неінвазивною) та негативною (інвазивною, малоінвазивною) технологіями, в тому числі із застосуванням хімічних (або інших) речовин, фармакологічних препаратів тощо.

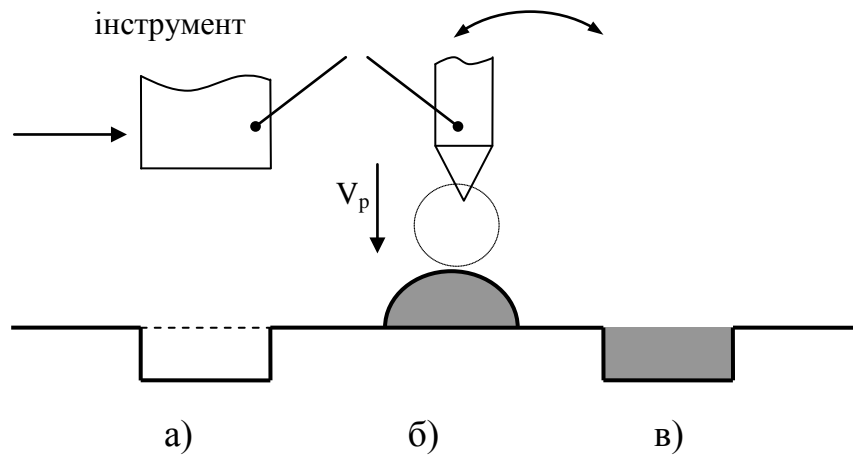


Рисунок 2.5 – Технологія отримання крапки, де: а) негативна технологія (інвазивна, малоінвазивна); б) позитивна технологія (неінвазивна, в тому числі з нанесенням ліків); в) негативно-позитивна технологія

Згідно першого негативного методу створюється заглибина, поріз або інше пошкодження поверхні БО, БТО, ПО, ТО. Другий позитивний метод реалізується нанесенням на поверхню додаткового матеріалу, наприклад фармакологічних речовин при діагностиці та лікуванні. Згідно негативно-позитивного способу спеціальним інструментом, маніпуляційним насадком тощо руйнується деяка маса з поверхні об'єкту потрібної форми. У техніці більш розповсюджений спосіб, за який вироблена (отримана) заглибина заливається барвником або іншою фармакологічною речовиною за деяких методів діагностики або лікування.

З попереднього розгляду можна дійти вагомому висновку, що крапка є технологічним об'єктом, який має закінчену центросиметричну форму, що відноситься до існування певних БО, БТО, ПО. Тобто це може бути симетричний циліндр, куля, куб, які мають конкретний математичний просторовий опис. Усі інші геометричні фігури не можуть мати назву крапки.

Оскільки крапка є ТО, що використовується як об'єкт відліку, то необхідно зробити спеціальні дослідження стосовно цього об'єкту поводитись у системі координат, які розглядаються.

2.1.2. Типові варіанти виникнення та побудови абстрактного біотехнічного об'єкту

Структура абстрактного біотехнічного об'єкту є досить складною, основним чинником цього явища є агрегатна або модульна побудова. Це обумовлено тим, що АО набуває своєї маси дискретно.

Відтворення технологічного процесу зрощування маси АО не може бути повноцінним без пояснення енергетичних процесів, які діють на його масу та самого пояснення, що таке є технологічна маса. На цей час ми маємо багато теоретичних викладок щодо енергії як такої та її носія – маси. Серед цих теоретичних і практичних розробок відсутнє основне поняття узагальненої поведінки технологічної маси, яка знаходиться на певному енергетичному рівні. Здебільшого всі теорії стосуються конкретних процесів і зовсім не мають можливості узагальнення.

Як відомо, найменшою часткою будь-якого об'єкту є текстурна одиниця. Для біологічних об'єктів такою текстурною одиницею є клітина, яка уособлює в собі всі властивості притаманні зонним фрагментам тіла.

Розглянемо поведінку форми окремої клітини біологічної структури або органу, якщо вона не піддається впливу зовнішніх чинників. Так, наприклад, клітина як текстурна одиниця, яка знаходиться у вільному просторі, буде намагатися зайняти оптимально можливу форму, тобто кулясту, з тих причин, що їй необхідно забезпечити однакову протидію у всіх напрямках (рис. 2.6,а).

За незначного тиску така форма (куля) набуває вигляду багатогранного об'єкту (рис. 2.6,б), який намагається утримати тиск навколишніх клітин. Подалі (рис. 2.6,в) зростання тиску призведе до того, що структура як об'єкт

повинна була б перетворитися на тетраедр. Така форма задовольняла б силові навантаження у всіх напрямках від сусідніх структур.

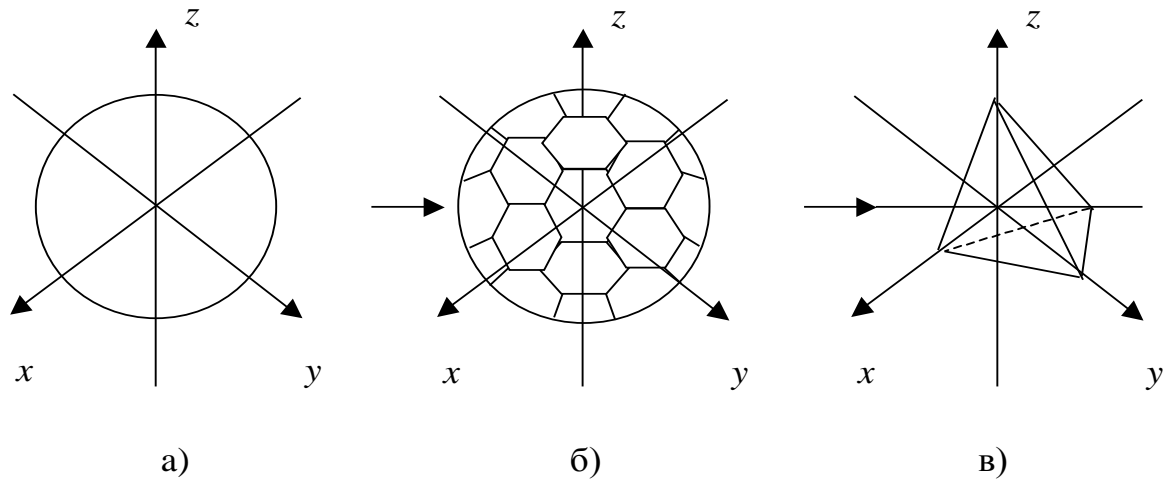


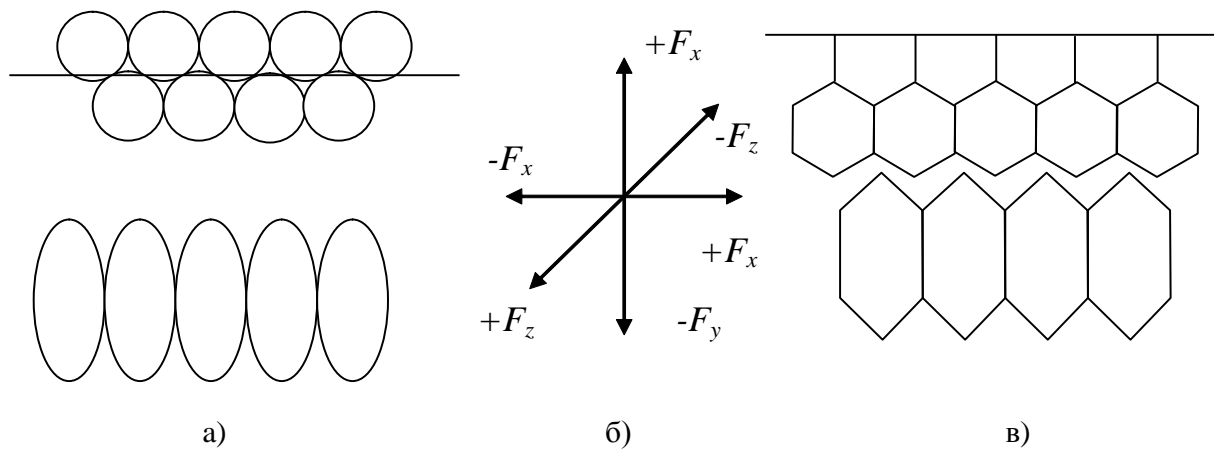
Рисунок 2.6 - Загальне уявлення форми окремої клітини біологічної структури

Тим не менш, такого не відбувається з тієї причини, що навантаження у біологічних тканинах мають яскраво окреслений напрямок дії. У такому випадку подібна структура як БО починає отримувати відповідну подовженість, все більше наближаючись до циліндричної та набуваючи дистенічних фізичних властивостей. Якщо розглядати цей процес стосовно поверхневих шарів БТО, то звідсіля можна зробити наступний висновок, тобто у поверхневому шарі у перерізі не буде мати вигляд правильної геометричної фігури (рис. 2.7).

Оскільки побудова будь-якого об'єкту не припускає пустот і повинна бути щільною за своєю побудовою, то ця структура намагається отримати мінімум навантаження у приповерхневому просторі. Для цього вона намагається розташуватись у просторі таким чином, щоб максимально протидіяти зовнішнім та внутрішнім силам.

Як наслідок такої взаємодії утворюється форма, яка наближається за конфігурацією до шестигранної призми (рис. 2.7). Тоді приповерхневий та поверхневий шари БТО слід було б розглядати саме як таку, яка задовольняє

умовам регулярного розташування шестикутників (рис. 2.8). У цьому випадку поверхневий шар буде являти собою поверхню, складену з напіврозсічених шестигранних призм за подовжньою віссю. Неможливо сказати, що така модель текстури повністю задовольняє всім умовам, але, тим не менш, з усіх можливих вона є найбільш наближена до реальності.



а) нещільна текстура БТО; б) система сил тиску, діючих на БТО;
в) щільна текстура БТО

Рисунок 2.7 - Можливі варіанти текстури поверхневого шару БТО

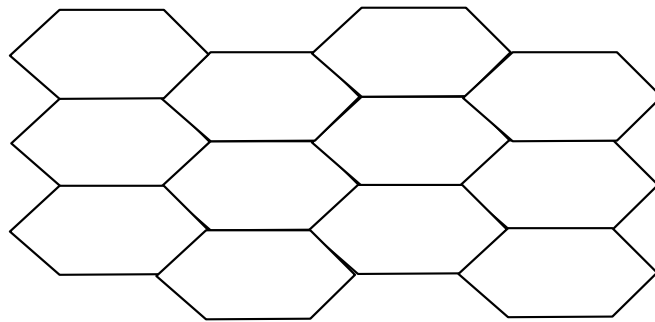


Рисунок 2.8 - Умови регулярного розташування текстури БТО

Кожна клітинна структура БТО може бути як енергонегативною, так і енергопозитивною. Тобто, якщо уявити собі, що БТО є масою матеріалу, яка обмежена площею S_i , то можна стверджувати, що поверхня S_i є ніщо інше, як межа переходу позитив-негатив, і навпаки. Наприклад, коли йде створення БО, технологічна маса якого знаходиться в рідкому стані, тобто позитивно насиченою масою, яка скидає свою енергію у навколишній простір. Викид енергії продовжується, поки БО не сягне сталої форми (тобто не відбудеться, наприклад, процес самоорганізації) [43].

Отже, наявність відцентрового розпаду енергії призводить до того, що клітинна текстура у своїх розмірах змінюється згідно енергетичного розпаду і повинна підпорядковуватись залежності:

$$\xi = \ln \eta, \quad (2.11)$$

де ξ – подовженість;

η – енергетична розповсюдженість.

БО, будучи обмежений своєю поверхнею (тобто сколапсованою у просторі енергетичною масою), продовжує існувати по своєму прямому призначенню будучи охопленим такими самими об'єктами. Але, оскільки всі об'єкти не можуть мати однакові потужності, то при сукупному руйнуванні всього об'єкту деякі з них мають меншу міцність, і стають абсорбентом енергії по відношенню до всього об'єкту.

За таких обставин ці об'єкти (або структурні одиниці), знаходячись під тиском потужності, відбирають енергію у більш потужних об'єктів та вузлів і виходять з ладу. Таке моделювання поверхневого шару надає можливість уявити поверхневу побудову як більш-менш регулярну текстуру з притаманними їй особливостями.

Для того, щоб з'ясувати всі ці особливості, можна уявити окремий біологічний елемент (клітину, структуру) як фізичний об'єкт із притаманними їй властивостями (рис. 2.9).

2.1.2.1. Абстрактна та реальні поверхні структури біотехнічних об'єктів

У попередніх підрозділах ми розглянули такі, відносно прості, абстрактні поняття, як крапка (точка) ті лінія.

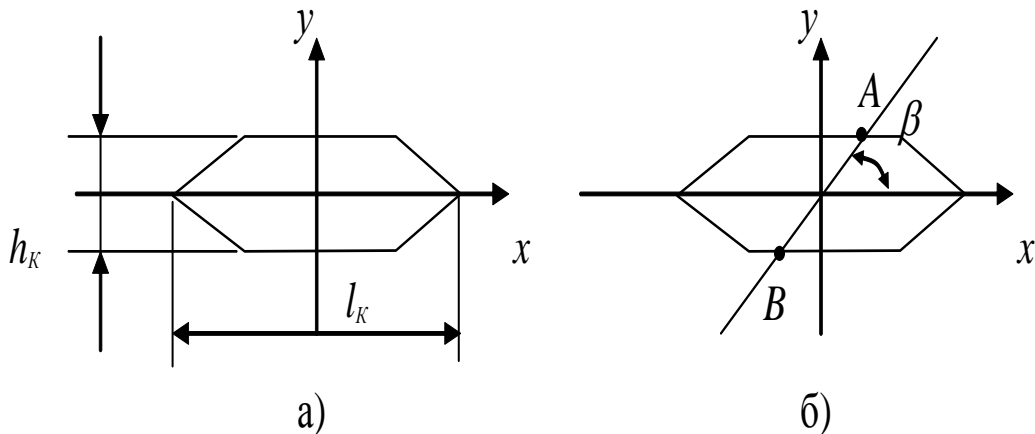


Рисунок 2.9 - Загальне уявлення елемента текстури БТО, де: а) геометрія текстурної одиниці БТО; б) траєкторія руху вимірювального (діагностичного) інструмента вздовж одиниці текстури БТО

Основний висновок з підрозділів є те, що ні той, ні інший абстрактний об'єкт не може мати нульового об'єму, а кінцевий переріз того чи іншого визначається чутливістю відчутника. Наразі, необхідно розглянути, що являє собою абстрактна поверхня. Саме по собі уявлення про таке явище є суто суб'єктивним тому, що вади людського сприйняття докільля не можуть розрізнити малі структури будь-якого об'єкту і, як наслідок, його поверхні як такої. Проте, поверхні будь-якого об'єкту є інформаційним відображенням його сутності в межах зони присутності (ЗП).

Наразі може існувати два види поверхні. Це, по-перше, незамкнена сама на себе (вільна у просторі) поверхня, яка існує сама по собі. По-друге,

поверхня, яка зосереджує собою певний об'єм абстрактної речовини без врахування свого об'єму (рис. 2.10, а, б).

У першому і у другому випадках поверхня буде характеризуватися масою:

$$m(a) = \rho h \cdot S(x, y, z); \quad m(b) = \rho h \cdot S(x, y, z), \quad (2.12)$$

де ρ – питома маса поверхні;

h – товщина поверхні,

$S(a, b)$ – площа поверхні за тим чи іншим видом.

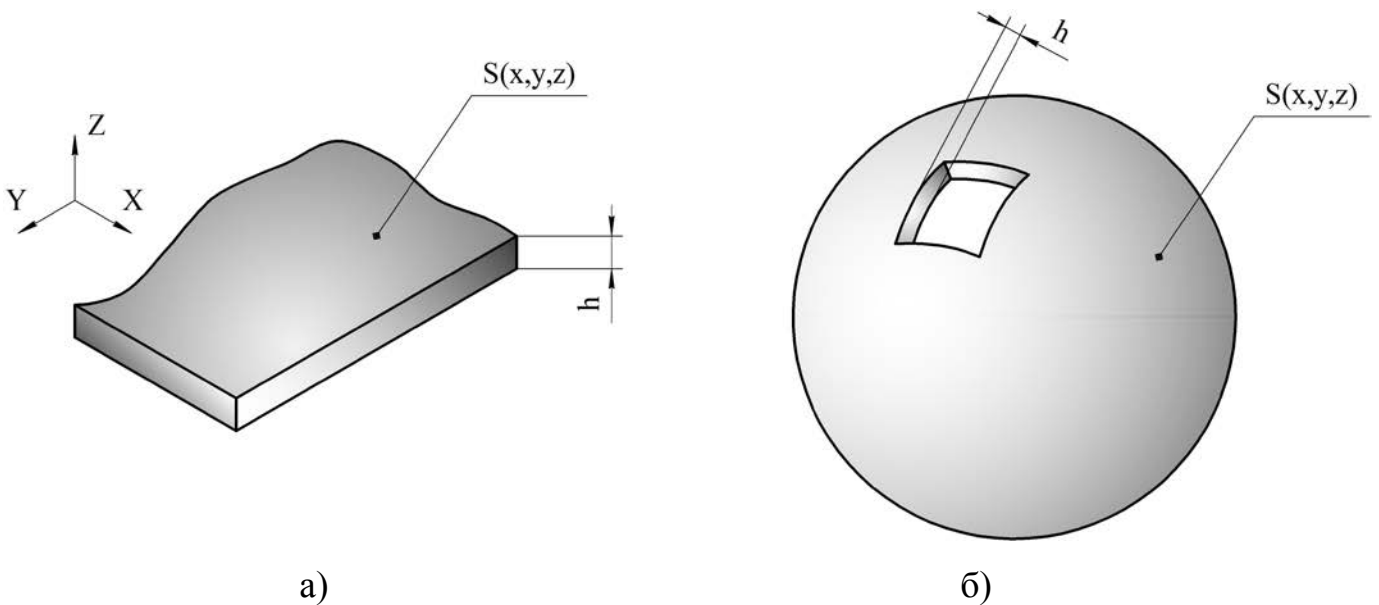


Рисунок 2.10 - Два основних різновиди поверхні об'єкту, де:

а) незамкнена; б) замкнена (оболонка)

Існує кілька способів математичного задання поверхні в тривимірному просторі [41]:

- в явній формі:

$$z = z(x, y); \quad (x, y) \in G; \quad (2.13)$$

- в неявній формі:

$$F(x, y, z) = 0; \quad (x, y, z) \in U; \quad (2.14)$$

- у параметричній формі:

$$x = x(U, V), y = y(U, V), z = z(U, V); (U, V) \in G, \quad (2.15)$$

- у векторній формі:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(U, V); (U, V) \in G, \quad (2.16)$$

де G – пласка область,

U – просторова область.

Тут (2.16) являє собою сукупність рівнянь виду (2.17), записану у векторній формі, до того ж $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ означає радіус-вектор точки поверхні $M(x, y, z)$:

$$\mathbf{r}(U, V) = x(U, V)\mathbf{i} + y(U, V)\mathbf{j} + z(U, V)\mathbf{k}. \quad (2.17)$$

Як приклад, можна розглянути рівняння сфери радіусу R із центром у початку координатної системи $O(0, 0, 0)$, тобто

$$F(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 - R^2 = 0; \quad (2.18)$$

- у параметричній формі ($0 \leq U < 2\pi, 0 \leq V \leq \pi$):

$$x = R \cos U \sin V, y = R \sin U \sin V, z = R \cos V; \quad (2.19)$$

- у векторній формі:

$$\mathbf{r} = (R \cos U \sin V)\mathbf{i} + (R \sin U \sin V)\mathbf{j} + (R \cos V)\mathbf{k}. \quad (2.20)$$

До вище наведених виразів, які дають математичний опис поверхні, необхідно відноситись дуже обережно. Причиною подібного ставлення є те, що суто математичні функції є уявними ситуаціями і не відповідають дійсності стосовно реальної поверхні. Так, наприклад, у найпростішому випадку, якщо відбувається реалізація певної площини у просторі, виникає досить проста проблема, де саме розташована поверхня, яка має опис за попередніми виразами (2.13 – 2.17), рис. 2.11.

Отже, якщо це є поодинокі площина (товщина h), то виникає досить суттєва задача із координатою розташування функції $F(x, y, z) = 0$ у просторі поверхні (рис. 2.11).

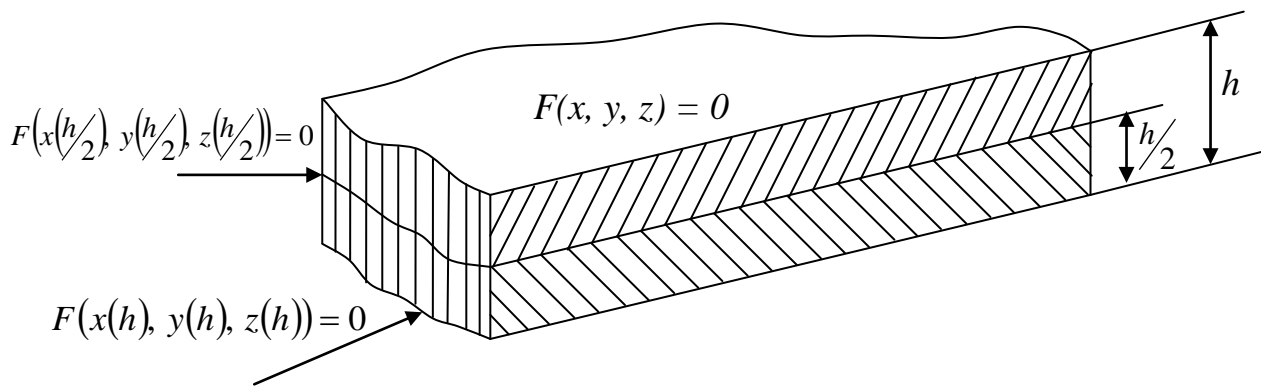


Рисунок 2.11 - Загальна ситуація визначення координати незамкненої поверхні

Так, наприклад, при русі зверху вниз (по рисунку) цю функціональну залежність приписувати верхній площині згідно рисунку. Водночас, виникає дуже цікаве явище, а саме: чи можна уявити собі поверхню нульової товщини? Тобто, будь-який розгляд цього питання призводить до висновку, що поверхня БТО повинна мати доволі маси, щоб її можна було б зареєструвати у просторі, чи то чисто уявно, а тим більше реально. При фізичному підході до цього питання необхідно констатувати той факт, що товщина поверхні не може бути меншою за діаметр атому речовини, з якого складається поверхня. У такому випадку рівняння поверхні повинно розглядатися, як $F(x(h/2), y(h/2), z(h/2)) = 0$.

При розгляданні знизу (за рис. 2.11) поверхня буде мати опис за виразом $F(x(h), y(h), z(h)) = 0$. Різниця між однією та іншою поверхнями буде становити товщину поверхні. У цьому випадку ми отримуємо ще одну особливість поверхні як такої. Типовий відчутник, який має здібність проникнення через шар поверхні, буде реєструвати поступове збільшення контрольованого параметру до максимуму, а потім його зменшення до рівня звичайного тла (рис. 2.12).

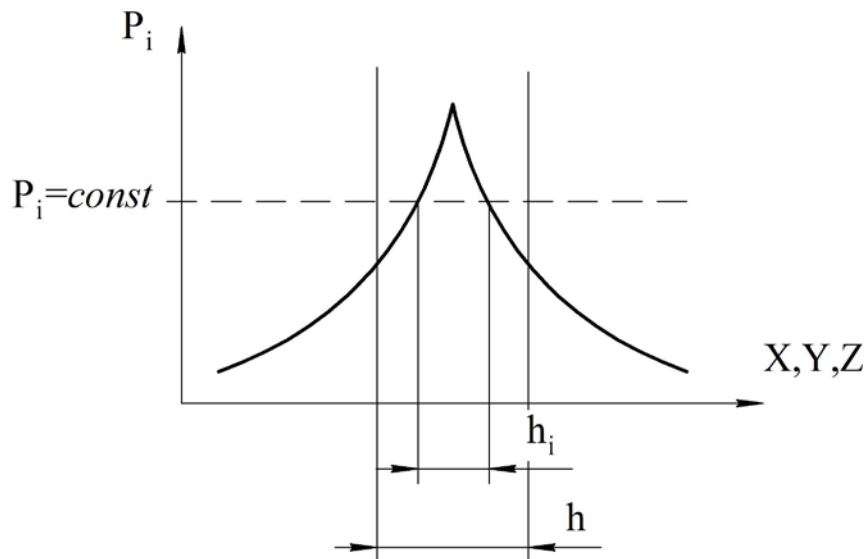


Рисунок 2.12 - Уявна товщина площини за базовими законами реєстрації координати поверхні

Згідно фізичних теорій [42, 44] ми можемо орієнтуватись на закон Ван-дер Ваальса, який має максимальне значення потужності у межах $1 \div 3$ діаметрів атома. Таким чином, теоретично існує різниця на використання тієї чи іншої методики. У цьому випадку у відчутнику спрацьовує суб'єктивно визначений рівень реєстрації поверхні, тобто $\rho_i = \text{const}$, який фактично визначає розмір величини h . Вся ця ситуація нагадує або дуже схожа на випадок з рискою, який розглядався у попередньому розділі.

Отже, поверхня, як суто фізичне явище, являє собою регулярно розташовані крапки у просторі у якусь визначену мить координати, центри яких зв'язані згідно визначеного фізико-технічного закону.

Наслідок: поверхня є координатно-детермінованим об'єктом, де властивості поверхні сконцентровані лише у межах визначеної координати (рис.2.13).

Звісно, що запропонована теза є підґрунтям уявлення про реальну поверхню мінімальної товщини, коли її товщина h спирається на діаметр атома, з якого утворено поверхню.

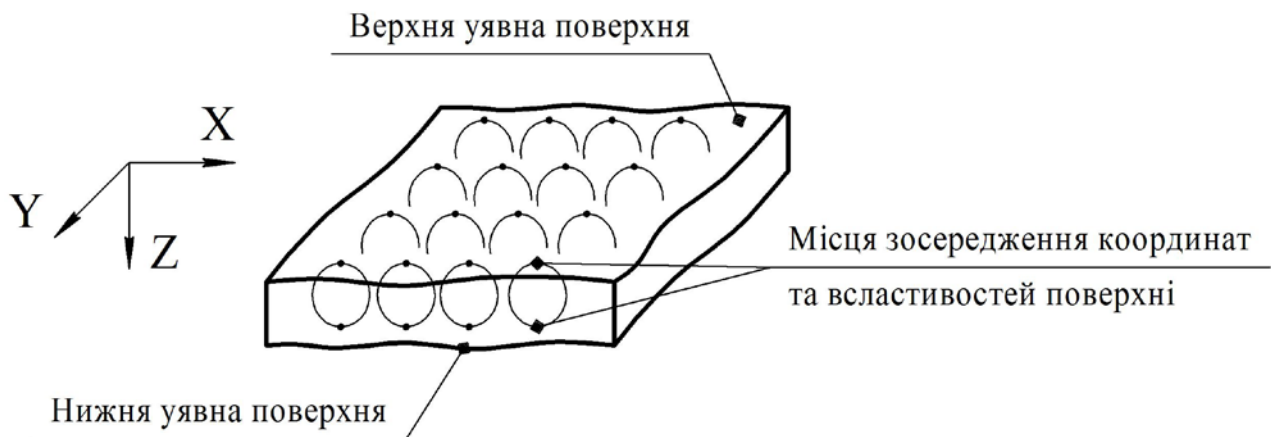


Рисунок 2.13 - Координатно-детерміноване уявлення реальної поверхні БТО

У абстрактної поверхні не може бути коливання властивостей вздовж поверхні. Тому, найкраще уявляти цю поверхню, як низку з'єднаних між собою кубиків з ребром h . У такому випадку повинна бути прийнята теза, що властивості (фізичні) поверхні у межах об'єму уявного кубу будуть однакові. Межа об'єму такого кубу, хоч і буде необмежено наближатися до нуля, але не менше за розміри атому, інакше поверхня просто не буде існувати для системи вимірювання.

Ще однією властивістю подібного формулювання поняття поверхні, як такої, є розгляд її у вигляді низки ліній діаметру h , які зімкнені між собою. При цьому сутність вище наведеного формулювання поверхні не втрачає своєї сутності. Перехід від розімкненої поверхні до замкненої має свою низку особливостей. Основна особливість такої поверхні (оболонки) є те, що вона обмежує деякий об'єм абстрактної сутності, зазвичай певної речовини, тощо. Основною величиною, яку необхідно піддавати аналізу в такому випадку, це діапазон варіацій об'єму, який може обмежити визначена поверхня. Якщо зовнішні великі об'єми не викликають великих проблем, то мінімальні величини об'ємів викликають низку запитань. Для цього звернемо увагу на особливість замкненої поверхні (оболонки) заважати у доступі до речовини, яку вона вкриває.

Аналізуючи цю тезу, можна дійти висновку про те, що мінімум абстрактної речовини може бути лише один атом. До того ж, в ідеалізованому випадку необхідно сприймати цю ситуацію, як кілька однакових атомів, розташованих у визначеному порядку (рис.2.14).

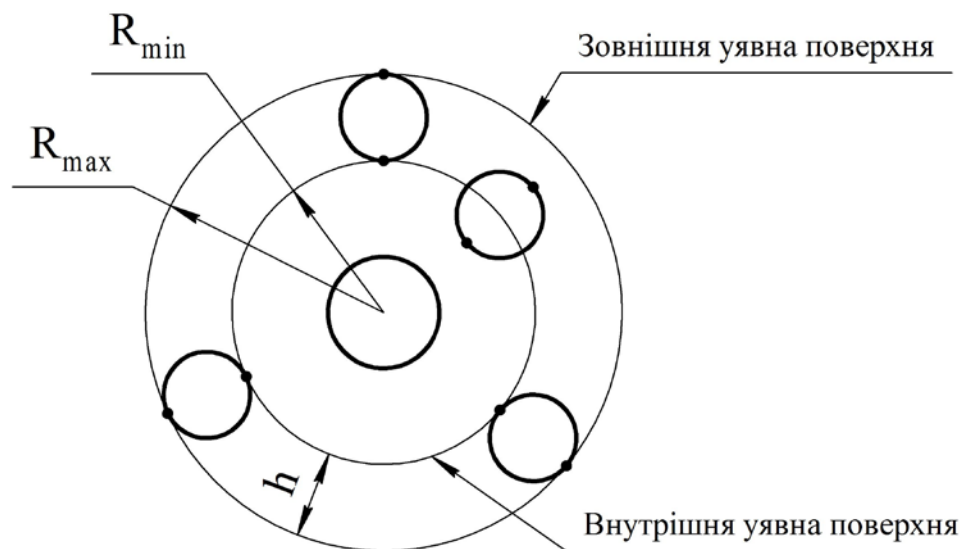


Рисунок 2.14 - Уявлення про поверхню мінімальних розмірів на засадах абстрактних атомів

Водночас атомарна структура буде нагадувати форму криволінійного тетраедра, вписаного між сферами, різниця між радіусами яких становить діаметр атома абстрактної сутності. Особлива вимога, яка стосується цього випадку, є те, що всі п'ять атомів є атоми однієї речовини. Таким чином, тільки у цьому випадку подібна модель може слугувати як калібр у метрологічній системі. Звісно, що можуть існувати хімічні сполуки, які не задовольняють цій тезі, як, наприклад, CH_4 , тощо.

Аналогічна ситуація виникає стосовно більшості атомарних сполук, які здебільшого утворюють кристалічні структури (рис.2.15,а). Звісно, кристалічна структура (рис. 2.15, б) є більш стабільною і, як наслідок, більш надійною з погляду метрологічних вимог.

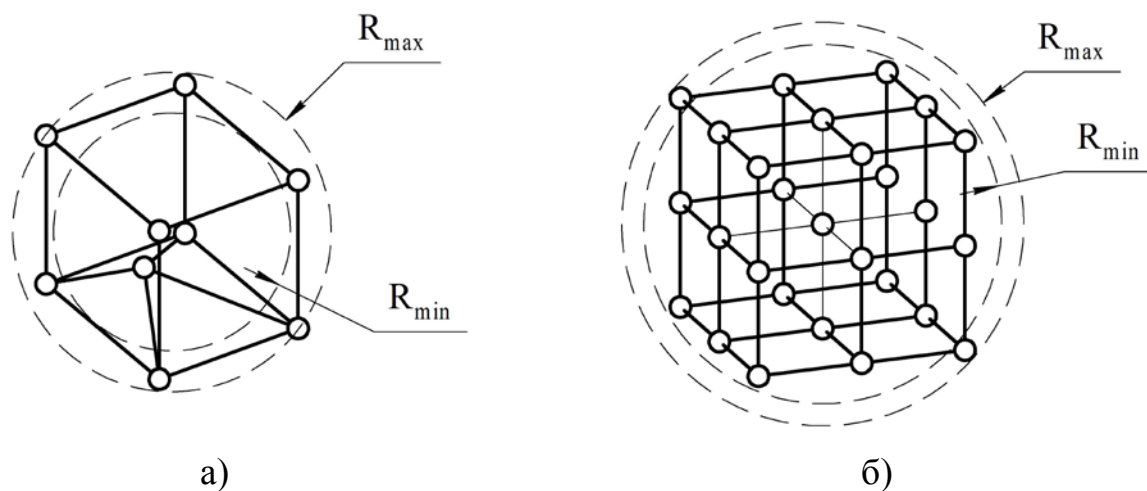


Рисунок 2.15 - Варіанти кристалічних структур, які створюють мінімальні за розмірами об'єми та поверхні

Попри весь попередній розгляд властивостей поверхні як такої, основною її властивістю є захист внутрішньої структури АО. Особливо це стосується замкнених поверхонь (оболонки), які покривають суцільним шаром якийсь абстрактний об'ємний об'єкт (БТО). Така поверхня не обов'язково являє собою атомарний шар, який взаємодіє з зовнішнім середовищем, номінально захищаючи внутрішній абстракт. У побудові будь-якого АО завжди передбачається подібна ситуація. В основному всі складні побудови поверхні базуються на якомусь природному прототипі. У цьому випадку варто згадати властивості звичайної шкіри тварини, яка захищає внутрішню частину тіла. Аналогічно будується захист поверхні якогось приладу, в основі чого використовується багат шаровість покриття. Тобто, якщо верхній роговий шар виконує функції стійкого покриття відносно зовнішніх факторів впливу, то у техніці це найбільш стійкі матеріали.

Поверхня, як суто фізичне явище, яке є невід'ємною частиною будь-якого абстрактного об'єкту (сутності), має цілу низку різновидів. Узагальнену кількість цих різновидів можна розглядати як властивості шкіри як елементу

захисного покриття абстрактного об'єкту. Тобто, наприклад, людська шкіра за термін свого біологічного розвитку виробила цілу низку захисних функцій, в основі якої полягає багатошаровість захисту абстрактної сутності. Сутність багатошаровості полягає у тому, що кожний шар захисної оболонки повинен виконувати свою функцію. Подібна багатошаровість характерна для БТО, оскільки своєю фізичною щільністю вона не може забезпечити відповідної потужності протидії зовнішнім факторам. Тобто, у цьому випадку мова йде про те, що існує фізична рівновага між абстрактними сутностями.

Оскільки, природа у нас є найбільш геніальним знавцем фізико-хімічних та технічних проблем, звернемося до тих випадків, які вона вирішує у межах обмеженого простору. Найбільш зрозумілим у цьому випадку буде захисний шар тварини, а більш конкретно шкіра людини. При захисті внутрішньої абстрактної сутності шкіра, як система захисту, повинна виконувати наступні функції:

- по-перше, це захисна – від шкідливих дій різних чинників зовнішнього середовища (механічних, хімічних, проникнення мікроорганізмів тощо);
- по-друге, термokerувальна, яка забезпечує термічну стабілізацію БТО для його нормальної роботи;
- по-третє, обмін речовин між зовнішнім середовищем та внутрішньою абстрактною сутністю (для БТО на прикладі обміну вітаміном D);
- по-четверте, низка відчутників, які вирішують задачі стосовно інформації про торкання, біль, температуру тощо;
- по-п'яте, викид залишкових матеріалів, які не потрібні у подальшому технологічному процесі існування абстрактної сутності.

Розглянемо, як це реалізується на конкретному прикладі (рис. 2.16).

Згідно загальним медичним дослідженням шкіра (cutis) людини становить площу 1,5-1,6 м² і є бар'єром між зовнішнім та внутрішнім середовищем організму. Основна теза медицини полягає у тому, що шкіра складається з трьох шарів.

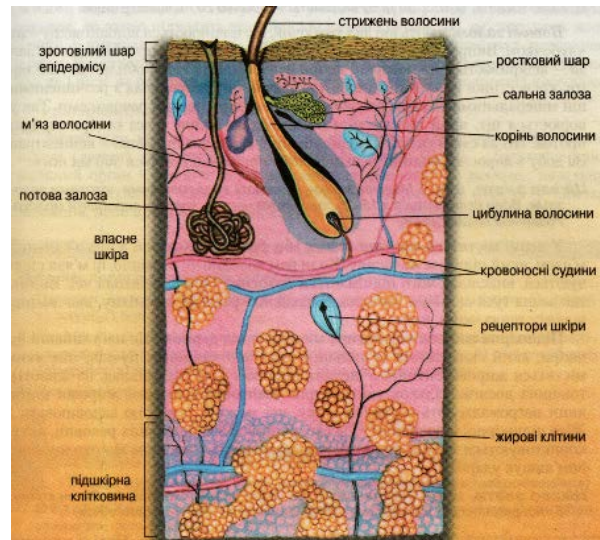
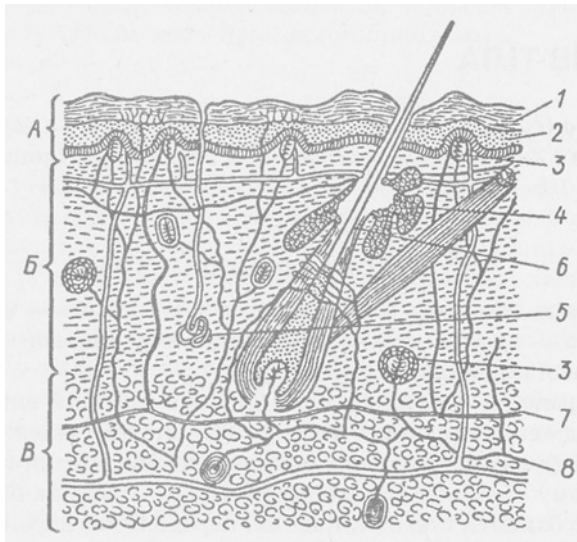


Рисунок 2.16 – Приклад структури будови шкіри людини, де: А – надшкір'я (епідерміс); Б – власне шкіра (дерма); В – підшкірна жирова клітковина; 1 – роговий шар епідермісу; 2 – шар живих клітин епідермісу; 3 – рецептори шкіри; 4 – сальні залози; 5 – потові залози; 6 – корінь волосся; 7 – кровоносна судина; 8 – нерв

Подібна характеристика шкірних нашарувань властива не лише для людини, але і для всього іншого тваринного світу з ендемічними відмінностями. Як правило, це наступні три нашарування.

Епідерміс (рис. 2.16), який у спрощеному загалі має товщину 0,03-2,5 мм і має витримувати механічні навантаження. У тих місцях, де ці навантаження досягають певної величини (технологічні навантаження) – руки, ноги тощо – епідерміс набуває ороговілої структури. У цьому випадку людина (БТО) має можливість розвинути місцеві надпотужні навантаження, які їй час від часу потрібні, або і постійно (хижаки) необхідні.

Власне шкіра (дерма) є другий захисний шар завтовшки від 0,5 до 5 мм створена сполучною біологічною тканиною, яка має низку нашарувань. Фактична функція цього шару полягає у фізичній силовій підтримці епідермісу та розташування ЧЕ. Наразі, саме цей прошарок забезпечує всю низку функцій, необхідних до спілкування АС із зовнішнім середовищем та відповідної реакції.

Підшкірна жирова тканина, окрім того, що це є найглибший шар шкіри, виконує подвійну функцію, а саме системи термозахисту та є носієм інформаційного зв'язку відчутників із головною нервовою системою.

Отже, якщо розглянути все вищезазначене, то у побудові поверхні необхідно відзначити три рівні, які мають можливість забезпечити існування АС, який виправдовується навіть для технологічних об'єктів (прилади, метал, хімія тощо). Таких рівнів повинно бути три, а саме:

- перше нашарування будь-якого об'єкту повинно мати захисний шар, який відповідає умовам існування АС у визначеному середовищі;
- другий шар захисту АС складає собою низку відчутників, які визначають енергетичний баланс між АС та зовнішнім середовищем;
- третій шар захисту має термодинамічні характеристики, основна задача якого визначити момент термостабілізації системи взагалі. Окрім цього, оскільки він має гарні термодинамічні властивості, у цьому прошарку знаходиться система сполучення між відчутниками, яка забезпечує належний рівень роботи АС.

Наявність волосини тощо у БО, ТО та БТО призводить до того, що подібна геометрія поверхні є чинником попередження надзвичайних подій у системі АО. Тоді будь-яка волосина (відчутник торкання) є основою для попередження взаємодії двох АО, у цьому випадку спостерігається взаємодія АС, як остання стадія агресії, яке вирішується згідно силових характеристик кожної із систем.

Стосовно живої природи такі покриття (організму) можуть створювати велике різнобарв'я в залежності від умов життя. До того ж шкірна оболонка зазвичай просякнута цілою низкою ЧЕ (відчутників). Як правило, ці відчутники мають широкий діапазон перелаштування на зовнішні подразники, адже шкірна оболонка виконує одну з найбільш важливих функцій – швидкого реагування на зміну зовнішніх умов життя.

Одним з таких важливих елементів видозмін рогового шару (рис. 2.16) є утворення хутряного про шарку з використанням його найкращих властивостей. А саме: окремих волосинок, яким притаманні дуже потужні властивості багатопараметричних відчутників (рис.2.17).

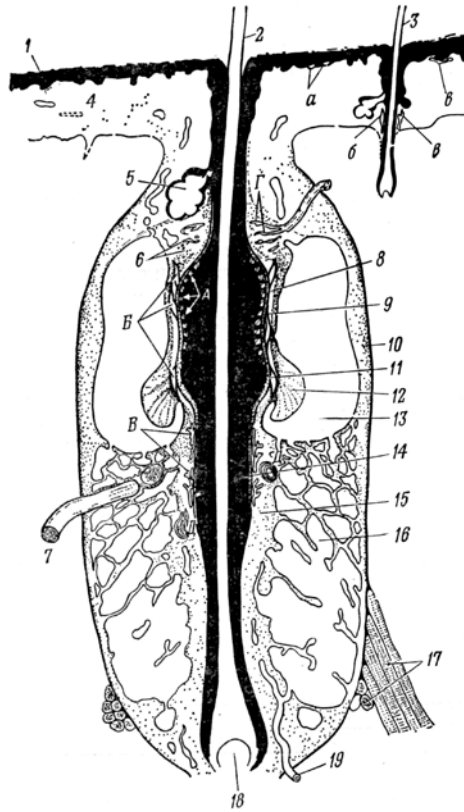


Рисунок 2.17 - Подовжній переріз вібриси верхньої губи щура, де: А – диски Меркеля. Б – прямі ланцетоподібні кінцівки. В – гілчасті ланцетоподібні кінцівки. Г – кільцеві ланцетоподібні кінцівки. Д – інкапсуловані тільця. а, б, в, г, д – позначено аналогічні рецептори звичайного волоса. 1 – епідерміс; 2 – вібриса; 3 – звичайний волос; 4 - коріум; 5 – сальна залоза; 6 – підшкірна клітчатка; 7 – нерв; 8 – внутрішній волосяний фолікул; 9 – дистальне потовщення кореневого влагалища; 10 – зовнішній волосяний фолікул; 11 – гіалинова оболонка волосяного фолікула; 12 – подушка синуса; 13 – кільцевий синус; 14 – проксимальне ущільнення кореневого влагалища; 15 – внутрішній волосяний фолікул; 16 – губчастий синус; 17 – поперечно-смугасті м'язеві тканини; 18 – волосяний сосок; 19 - артерія

Зімітувати подібну конструкцію у техніці вкрай важко, тому всі подібні спроби мають вагу в кілограмах, в той час, як реальна природна має лише кілька міліграм. Реалізація ж багатопараметричності та динамічного діапазону взагалі є великою проблемою. Швидкодія у системі «сигнал – прийняття рішення – дія» взагалі знаходиться поза межами сучасної техніки.

У підсумку до вищерозглянутого необхідно зробити низку висновків.

По-перше, будь-яка поверхня, чи то уявна, чи то реальна має масу.

По-друге, будь-яка поверхня виконує функції взаємодії абстрактної сутності з зовнішнім середовищем, захищаючи сутність сутності від руйнування.

По-третє, абстрактна сутність має можливість утворювати навколо себе абстрактну поверхню за таким принципом, щоб мати оптимальний енергетичний баланс з навколишнім середовищем.

По-четверте, при побудові своєї поверхні абстрактна сутність намагається реалізувати її уявну функцію, тобто ТФ. Але може існувати низка чинників, яка дасть змоги відтворити цей процес достеменно. Як наслідок, утворюється різниця між бажаним та отриманим. Для техніки це низка похибок у технологічних процесах. Для природних живих організмів подібне розходження означає лише одне – хворобу.

Таким чином, під абстрактною поверхнею необхідно розуміти деякий ідеал, який задовольняє наші вимоги настільки якісно, що ми це сприймаємо як зразок для всієї послідовності.

2.1.2.2. Об'єм об'єкту

Після того, як була розглянута проблема поверхні АС необхідно розглянути абстракт маси, яка концентрується у обмеженому просторі абстрактної поверхні БТО. Водночас, необхідно зауважити, що абстрактна поверхня повинна бути замкнена таким чином, щоб забезпечити неможливість витоку абстрактної речовини за її межі впродовж якогось визначеного часу.

Основною причиною подібного формулювання є те, що будь-яка фізична речовина є умовно стабільна і тому необхідно розглядати всі процеси її перетворень у псевдорежимі, якщо це не стосується динамічних процесів. Тому, для спрощення розгляду будемо мати на увазі, що процеси, які відбуваються з об'ємом АС, є псевдостабільними. Якщо взяти до уваги все, що було сказано у попередньому розділі про поверхню, то можна констатувати той факт, що існує лише два випадки існування поверхні. Тобто, умовно незамкнена поверхня та замкнена. Спираючись на цю тезу, розглянемо обидва випадки.

Отже, незамкнена поверхня має одну цікаву властивість – вона завжди обмежена, як би ми її не уявляли, тобто має обмежений контур. Уявити необмежену поверхню неможливо з суто обмеженості нашого сприйняття, тим більше реальну. Поверхня завжди повинна мати обмеження, інакше вона просто не сприймається як фізична сутність. Поверхня завжди повинна фізично взаємодіяти з навколишніми об'єктами або з АО, який її створює у своїй уяві. У супротивному випадку вона просто не існує. Якщо поверхня БТО взаємодіє з навколишнім середовищем, то вона повинна мати фізичну масу, яка буде визначатися її товщиною, площею та питомою вагою. Звісно, що при цьому не аби як будуть діяти фізичні властивості матеріалу поверхні. У контексті вище сказаного можна навести досить простий приклад на зразок листа паперу, який існує як у реальності так і в уяві. Наразі, обидві поверхні зберігають всі вище означені властивості. Єдина різниця полягає у їх вазі. Для реального листа це вага пару, а для уявного – енергії ЕМП, яке витрачається на підтримку цього ТФ у людській уяві.

Таким чином, розімкнена поверхня може слугувати об'єктом, який можна розглядати як абстрактну сутність із закінченими (відомими) параметрами (властивостями). На відміну від розімкненої поверхні замкнена без розривів поверхня є за своєю сутністю обмеженням деякого об'єму абстрактної речовини. У цьому випадку існують дві ситуації з обмеженням. У першому

випадку властивості замкненої поверхні визначають геометрію абстрактного об'єкту як такого. Здебільшого в цьому випадку силові параметри поверхні є значно потужнішими за силові параметри абстрактної речовини. Найпростіший приклад - це ємності для зберігання рідини або газу. Такі ємності зазвичай виконані з матеріалів високої міцності, які практично не піддаються деформаціям, виконуючи функцію поверхні відносно внутрішнього змісту. У цьому випадку необхідно обумовитись, що самі по собі рідинні речовини або гази створюють навколо себе поверхню. Класичним прикладом тут може бути вода (крапля) або ртуть тощо. Все залежить від оточуючих умов, в яких знаходиться та чи інша речовина. Так, наприклад, ртуть або вода створюють навколо себе досить певну поверхню, яка має низку фізичних законів, які надають їй опис. Проте, гази за своєю сутністю мають у вільному стані дуже не певну поверхню, яка є повністю залежна від зовнішнього середовища. Тобто існує проблема з визначенням її товщини. У наслідку від ситуації, коли ми у перерізі поверхні з одного боку маємо чистий газ, а з іншого – зовнішнє середовище. Оскільки молекули газу мають досить велику кінетичну енергію руху, то, як наслідок, межі поверхні є досить розмиті та непевні. Як наслідок, проблема визначення товщини спирається на чутливість системи відчутника газу, який буде визначати величину цього шару. При такій ситуації відчутник, наприклад, який має нескінченну чутливість може зареєструвати одну молекулу на кубічний метр або кілометр, але тут одразу постає проблема: чи може поодинокі молекула визначати зовнішні межі поверхні? Скоріш за все – ні. Тоді постає питання: скільки таких молекул можна використати для визначення зовнішнього кордону поверхні? Молекули постійно знаходяться у русі. Постає проблема, яким чином визначатися з координатою поверхні. У природі, наприклад, звичайний метелик реагує на єдину молекулу самиці в об'ємі 1 км^3 . Саме ця молекула визначає газову зону присутності самиці, яка становить у радіусі кілька кілометрів. Тобто, фактично радіус поверхні зони присутності становить кілька кілометрів з товщиною шару поверхні в одну молекулу. І це

якщо не зважати на розташування цих молекул у просторі, тому, що реальна конфігурація буде ще складнішою завдяки аеродинамічним рухам повітря.

На відміну від рідини та газу «тверде» тіло має або самостійно вироблену поверхню або штучну.

У першому випадку поверхня являє собою результат побудовчих (позитивних) технологій, коли абстрактна сутність утворюється внаслідок збільшення своєї маси. Найбільш яскравим прикладом тут є БО, у яких поверхня формується за рахунок поступового збільшення маси. Як правило, об'єм таких АС зростає до якоїсь визначеної величини (форми), деякий час існує і потім швидкоплинно руйнується. При швидкоплинному руйнуванні маємо констатувати той факт, що будь-який об'єм АС повинен зменшуватися як такий, проте існують поодинокі ситуації, які викликають збільшення об'єму. Зазвичай подібні ситуації виникають при фізико-хімічному руйнуванні матеріалу АС. Найбільш яскравим прикладом є вибухові речовини. Так, наприклад, будь-яка вибухова маса (АС) завжди має означений об'єм. Проте, сутність технологічного процесу (тобто вибуху) полягає у тому, що існує патологічне збільшення об'єму завдяки внутрішнім реакціям. Вибух, як такий, необхідно розглядати як якийсь обмежений фрагмент технологічного процесу. При цьому ми одразу спостерігаємо наслідки динамічного процесу, який не тільки визначає конфігурацію поверхні, а і її динаміку у просторі. Такі властивості є притаманними усім фізичним тілам без виключень та мають опис у часі та просторі. Як наслідок, будь-яка умовно тверда АС є об'єм (блок, фрагмент тощо), який спирається на низку внутрішніх процесів у межах обмеженої поверхні зовнішнього простору. Попри всього вище означеного існує проблема визначення координати поверхні, яка визначає запропонований об'єм. Тобто, існує диференціальна різниця як між площею поверхні АС, так і між диференційною щільністю її поверхні. У наведеному прикладі це не є різниця між ударним фронтом та його тиловою частиною по координаті, а

різниця у розповсюдженні залишкового матеріалу вибухівки, яка здетонувала на визначений момент часу.

При цьому, якщо ми розглянемо найбільш розповсюджену біологічну структуру, то вважаємо тетраедр за мінімально можливу форму, яку приймає абстрактна поверхня, то необхідно вважати, що вираз стосовно поверхні повинен задовольняти умові:

$$S = a^2 \sqrt{3}, \quad (2.21)$$

де a – довжина ребра тетраедра.

При цьому об'єм є величина за залежністю:

$$V = a^3 \frac{\sqrt{2}}{12}. \quad (2.22)$$

Радіус сфери, яка описує тетраедр:

$$R = a \frac{\sqrt{6}}{4}. \quad (2.23)$$

Але у реальності величина ребра тетраедра у нашому випадку не є достеменною, оскільки має подовження на половину діаметру атома. Як наслідок, приблизний радіус поверхні АС можна оцінювати як:

$$R = \left(a + d_a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot \frac{\sqrt{6}}{4}, \quad (2.24)$$

де d_a – діаметр периферійного атома, який створює подібну структуру.

Внутрішня сфера при цьому може бути приблизно оцінена як:

$$r = \left(a - d_a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot \frac{\sqrt{6}}{4}. \quad (2.25)$$

Отже, шар поверхні може розглядатися як:

$$R - r = \left(a + d_a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot \frac{\sqrt{6}}{4} - \left(a - d_a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot \frac{\sqrt{6}}{4} = \frac{3}{4} \sqrt{2} d_a = b d_a, \quad (2.26)$$

$$\text{де } b = \frac{3}{4} \sqrt{2}.$$

Окрім того, орієнтуючись на властивості тетраедра, маємо можливість визначити об'єм тетраедра у класичному (уявному) вигляді як:

$$V = \frac{1}{6} \cdot \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \\ x_4 & y_4 & z_4 \end{vmatrix}. \quad (2.27)$$

Водночас, вершини тетраедра розглядаються як точки вершин векторних координат: $r_1(x_1 \ y_1 \ z_1)$, $r_2(x_2 \ y_2 \ z_2)$, $r_3(x_3 \ y_3 \ z_3)$, $r_4(x_4 \ y_4 \ z_4)$.

Отже, реальні значення:

$$\begin{aligned} & r_1(x_1 + bd_a, y_1 + bd_a, z_1 + bd_a), \\ & r_2(x_2 + bd_a, y_2 + bd_a, z_2 + bd_a), \\ & r_3(x_3 + bd_a, y_3 + bd_a, z_3 + bd_a), \\ & r_4(x_4 + bd_a, y_4 + bd_a, z_4 + bd_a). \end{aligned} \quad (2.28)$$

Загальний об'єм (зовнішній) становитиме:

$$V_3 = \frac{1}{6} \cdot \begin{vmatrix} 1 + bd_a & x_1 + bd_a & y_1 + bd_a & z_1 + bd_a \\ 1 + bd_a & x_2 + bd_a & y_2 + bd_a & z_2 + bd_a \\ 1 + bd_a & x_3 + bd_a & y_3 + bd_a & z_3 + bd_a \\ 1 + bd_a & x_4 + bd_a & y_4 + bd_a & z_4 + bd_a \end{vmatrix}. \quad (2.29)$$

Внутрішній об'єм при цьому буде становити:

$$V_{BN} = \frac{1}{6} \cdot \begin{vmatrix} 1 - bd_a & x_1 - bd_a & y_1 - bd_a & z_1 - bd_a \\ 1 - bd_a & x_2 - bd_a & y_2 - bd_a & z_2 - bd_a \\ 1 - bd_a & x_3 - bd_a & y_3 - bd_a & z_3 - bd_a \\ 1 - bd_a & x_4 - bd_a & y_4 - bd_a & z_4 - bd_a \end{vmatrix}. \quad (2.30)$$

Об'єм оболонки необхідно розглядати як:

$$V_{OB} = \frac{1}{6} \cdot (V_3 - V_{BN}). \quad (2.31)$$

З усього вище сказаного впливає одна з основних проблем метрології: що саме вважати за калібр у подібних вимірюваннях. Так, наприклад, наразі

маємо низку хімічних сполук, які у своїй структурі створюють атомарний тетраедр, тобто мова йде про такі з'єднання, як метан CH_4 , аміак NH_3 , діамант C та низку комплексних іонів $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{ZnCl}_4]^{2-}$, $[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-}$, $[\text{Zn}(\text{NH}_4)]^{2+}$ або сілікати, в основу яких покладено кремній кисневий тетраедр $[\text{SiO}_4]^{4-}$.

Окрім того, існує низка сполук, які у своєму мінімальному розмірі мають тетраедральну форму, як, наприклад, вода (H_2O), флюорит (CaF_2), сфалерит (ZnS) тощо. Проте за визначеної тетраедральної форми всі вони мають певну асиметрію і, як наслідок, не мають можливості бути засадними при створенні зразків калібру, які б мали бути зразками відліку в метрологічних системах.

Наступна ситуація виникає, коли йде розгляд кубу, як елементу системи відліку у порівнянні з тетраедром. Основна проблема у цьому випадку полягає у тому, що геометрія тетраедра при всій своїй оптимальності за об'ємом не є оптимальною за геометрією. Саме куб, як досконала геометрична форма, має можливість бути вписана у декартову систему координат. Проте, приймаючи куб за систему відліку, маємо низку недоліків.

По-перше, сфера поверхні навколо кубу буде мати розбіжність у координаті на товщину поверхні, а саме:

1) зовнішня поверхня має наступні параметри:

$$R_3 = R + bd_a, S = 4\pi(R + bd_a)^2, \quad (2.32)$$

$$V_3 = \frac{4}{3}\pi(R + bd_a)^3;$$

2) внутрішня частина оболонки:

$$R_{BN} = R - bd_a, S = 4\pi(R - bd_a)^2, \quad (2.33)$$

$$V_{BN} = \frac{4}{3}\pi(R - bd_a)^3;$$

3) об'єм оболонки:

$$V_{OB} = V_3 - V_{BN} = \frac{4}{3}\pi[(R + bd_a)^3 - (R - bd_a)^3] = \frac{8}{3}\pi bd_a \cdot (3R^2 - b^2 d_a^2). \quad (2.34)$$

У підсумку можна зробити один вагомий висновок, а саме: будь-яка поверхня має властивості розповсюдження у просторі. У цьому випадку ми, як сторонні спостерігачі, маємо можливість лише миттєво констатувати факт динаміки руху поверхні. Завдяки існуючій дискретності це спостереження відбувається у режимі кадрів кінофільму. У цьому випадку, коли система відчутників надто повільна, все це зливається у безперервний аналоговий процес, який не тільки людина (тварина) сприймає як безперервний факт процесу, так і відповідні відчутники, які визначають ступінь швидкості процесу.

Таким чином, наразі маємо можливість констатувати той факт, що об'єм, як фізичне явище, маємо можливість спостерігати у двох видах. Це поверхня, яка має визначену товщину та площу, яка не має параметрів нескінченності. По-друге, це об'єм, замкнений поверхнею невизначеної площі, який у своїй сутності має вміст абстрактної величини.

З усіх цих висновків маємо можливість сформулювати дуже цікавий висновок, а саме: якщо ми розглядаємо якийсь фрагмент поверхні, то радше це є обмежена зона замкненої поверхні, розміри якої ми просто не можемо збагнути.

2.1.2.3 Утворення маси абстрактного об'єкту

Якщо розглядати процес утворення АС (БТО, БО, ТО), що відбувається, наприклад, при з'єднанні різних об'єктів у цілісну систему, застосуванні хімічних речовин при діагностиці та лікуванні, то потрібно розглядати стан речовини, тобто кількість атомів, які знаходяться у вільному стані. Водночас, необхідно зауважити, що стан їх організації повністю залежний від зовнішніх умов. Стосовно метрологічних умов всі речовини розглядаються у стані, коли навколишнє середовище має температуру 20⁰С та тиск у 736 мм р. ст. При цьому частина речовин перебуває в умовно твердому стані, частина у рідкому і

ще частина у газоподібному. Всі ці стани речовини необхідно розглядати як умовні.

Так, наприклад, «тверде тіло» є досить умовне поняття, оскільки ідентифікується як стан речовини, при якому точки прив'язані до відносної системи координат об'єкту (АС), не змінюють свого розташування у просторі [44]. Проте, навіть кристалічне тіло має досить відносну стабілізацію у просторі. Якщо така стабілізація і є, то це є повним протиріччям фундаментальним законам фізики [42]. Тобто, маємо досить невизначену ситуацію. Знову таки більшість пластичних матеріалів навіть за вище означених умов з часом деформуються, маючи властивість дуже згущеної рідини.

Подібні властивості є характерними і для досить твердих матеріалів, коли вони деформуються впродовж деякого часу. При відмінності від метрологічних умов тверді матеріали стають пластичними і поступово перетворюються на рідину та газ. Речовини, що являють собою рідину, навпаки, при зниженні температури перетворюються на тверді матеріали. Класичними прикладами тут є вода та ртуть, які набувають відповідної твердості у межах свого об'єму. Проте, при підвищенні температури і та і інша речовина перетворюються на газоподібну масу. У свою чергу газ, як такий, може при зниженні температури не тільки перетворюватися на рідину, але і досягти твердого стану, якому притаманні всі ознаки кристалічного об'єкту.

Отже, у підсумку необхідно констатувати той факт, що будь-яка АС (БТО, БО, ТО) є замкнений об'єм, в якому існує певна визначена речовина, якій притаманні визначені фізичні властивості. Форма об'єму має можливість змінюватися залежно від зовнішніх умов. При цьому поверхня об'єму, яка його обмежує, є продуктом процесів утворення АС.

Зростання об'єму та його утворення умовно можна поділити на кілька етапів. На першому етапі, звісно, будуть хімічні реакції. Так, наприклад, вуглець з киснем утворюють чадний газ, а водень та кисень – воду. Звісно,

продукти реакції займають більший об'єм, ніж первинні елементи. Таких прикладів існує безліч. На другому етапі вступають у дію сили Ван-дер-Ваальса, іонні зв'язки тощо. На третьому етапі абстрактна сутність притягує потрібні їй елементи зовнішнього середовища і відповідно з ними реагує, утворюючи свої нові властивості. Тут варто пригадати біологічні об'єкти.

При цьому вищесказаному необхідно зробити вагоме зауваження, а саме: утворення будь-якої АС (БТО, БО, ТО) неможливе без елементарного об'єму ініціації. Тобто, якогось атому, молекули, крупинки речовини, ембріона тощо.

Процес зрощування маси у загальному вигляді відбувається за законом [42]:

$$g(t) = g_0 e^{ct}, \quad (2.35)$$

де g_0 - початкова маса АС,

c – стала росту.

За цією залежністю (2.35) маса АС (БТО, БО, ТО) повинна була б зростати до нескінченності, але оскільки всі об'єкти мають властивість поступової руйнації за залежністю [45]:

$$m(t) = m_0 e^{-\lambda t}, \quad (2.36)$$

де m_0 - початкова маса руйнації, а λ – стала руйнації.

Як наслідок, кінцевий результат можна розглядати як:

$$g(t) = g_0 e^{ct} - m_0 e^{-\lambda t}. \quad (2.37)$$

Тобто можна стверджувати, що за якийсь час t відбувається стабілізація маси абстрактної сутності.

2.1.2.4. Енергетичний баланс абстрактного біотехнічного об'єкту

У попередніх розділах ми розглянули деякі аспекти існування АС (БТО, БО, ПО, ТО), які підтримують її енергетичний баланс. Наразі, якщо відкинути всілякі вторинні ознаки, то необхідно розглядати енергетику абстрактної

сутності, як низку процесів, які визначають засади її існування у оточуючому (зовнішньому) середовищі. Для того, щоб підтримувати своє існування у зовнішньому середовищі, енергетика АС повинна бути вищою або, принаймні, рівною. У супротивному випадку АС поступово руйнується аж до повного розпаду згідно (2.37) та дослідженню [45]. Так, наприклад, об'єкт не має можливості постійно відновлювати свою енергетику (міцність), тому він поступово руйнується, втрачаючи свою масу і, як наслідок, енергетику, навіть поглинаючи її з оточуючого середовища. У тваринному світі навпаки, АС (БО), користуючись зовнішніми енергетичними надходженнями, зрощує свою масу і, як наслідок, енергетику, але відбувається це до певної межі, після якої біологічна структура починає поступово руйнуватись. В основі цих процесів полягає у руйнації внутрішніх взаємозв'язків у динаміці розвитку. Як наслідок АС (БТО, БО, ПО, ТО) втрачає низку властивостей, які дозволяють їй існувати в оточуючому середовищі.

Отже, у підсумку маємо можливість стверджувати, що будь-якій АС притаманна критична енергетика E_0 , яка тісно зв'язана з потенціальною та кінетичною енергією внутрішніх процесів, які підтримують її буття. Як наслідок, отримуємо три випадки взаємодії АС (БТО, БО, ПО, ТО) з навколишнім середовищем. У першому випадку зовнішня енергія E_3 занадто велика і АС виявляється для неї енергетичною ямою. Як наслідок, АС (БТО, БО, ПО, ТО) просто розчиняється у ньому для того, щоб відновити енергетичний баланс у просторі.

У другому випадку АС має енергетику E_0 більшу, або набагато більшу за зовнішню E_3 . У такому випадку АС теж буде розпадатися, але більш повільно, намагаючись відновити рівновагу енергії у навколишньому середовищі, оскільки у цьому випадку АС є концентратором енергії у просторі.

У третьому випадку АС (БТО, БО, ТО) має енергетику близьку до енергетики зовнішнього середовища, тобто $E_0 \approx E_3$. Водночас, АС має властивість балансувати (енергетично) у цьому просторі, виробляючи для себе

найбільш сприятливі умови для існування. Для того, щоб знаходитись у цьому енергетичному прошарку, АС повинна виробляти додаткову енергію E_d , яка надає можливість компенсувати зовнішній енергетичний потік. Енергію E_d необхідно сприймати як динамічну, яка має свої параметри реакції на зовнішній вплив які, як правило, виробляються з деяким запізненням. Ця ситуація буде розглянута у наступних розділах, присвячених використанню цих енергетичних викидів АС.

Отже, у загальному випадку енергетичний баланс у дещо спрощеному вигляді можна відобразити як на рис. 2.18, тобто, з одного боку (АС) маємо комплекс внутрішньої енергетики $E_B = E_0 + E_d$, а з іншого, існує енергія зовнішнього впливу E_z , якій протистоїть енергетика поверхні E_{Π} . Ця енергетика спеціально повинна підтримуватися енергією E_d , яку виробляє АС.

У реальній ситуації все набагато складніше. Зовнішня енергетика, яка оточує АС, має досить широкий спектр дії. Деякі складові цього спектру на стільки потужні, що навіть не реагують із масою АС (БТО, БО, ПО) та її поверхнею як, наприклад, жорстке рентгенівське випромінювання.

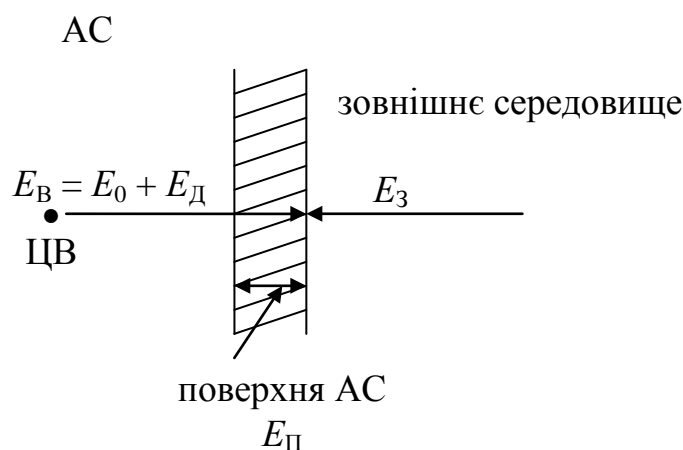


Рисунок 2.18 - Загальне уявлення про енергетичний обмін у системі «АС – зовнішнє середовище»

В той же час існують і слабкі складові спектра, які не мають можливості не те, що здолати поверхню, але і наблизитися до АС, реагуючи на її зону присутності. Окрім того існує частина спектру, яка або повністю поглинається АС і йде на її відновлення (зріст маси), або сприймається нею абсолютно нейтрально. Такий випадок відображено на рис. 2.19.

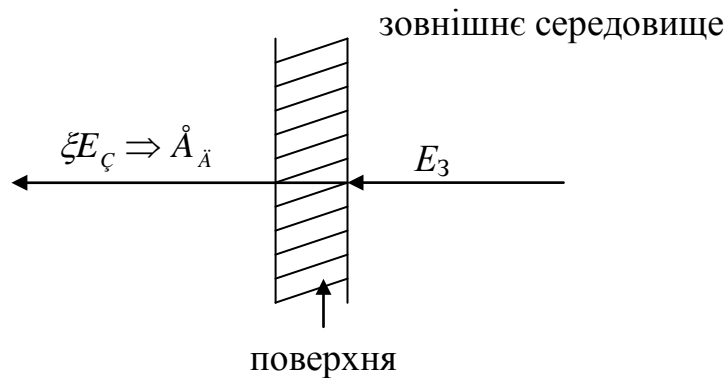


Рисунок 2.19 - Випадок з поглинанням корисної зовнішньої енергетики

У цьому випадку зовнішня енергія $E_з$ без втрат потрапляє до АС (БТО, БО, ПО) тому, що вона корисна для її існування і переробляється з коефіцієнтом поглинання ξ та йде на вироблення $E_д$, тобто:

$$E_д \approx \xi E_з. \quad (2.38)$$

При цьому частина зовнішньої енергії $E_з(1 - \xi)$ не використовується в силу якихось внутрішніх причин.

У наступному випадку (рис. 2.20) розглянемо більш складне енергетичне перетворення.

АС як така не може мати нескінченну енергетику і тому використовує зовнішню задля своєї необхідності. Наразі така необхідність потрібна при побудові зони присутності (ЗП) [45]. У такому разі частина зовнішньої

енергетики відбивається від поверхні у навколишній простір, створюючи енергетику зони присутності:

$$E_{3\Pi} \approx \acute{\alpha} E_3, \quad (2.39)$$

де $\acute{\alpha}$ - коефіцієнт відбиття від поверхні АС.

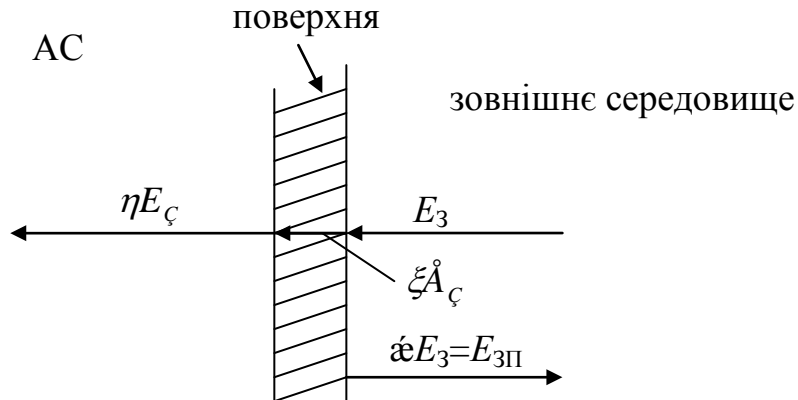


Рисунок 2.20 - Випадок часткового відбиття зовнішньої енергії при утворенні зони присутності

Водночас, частина зовнішньої енергії поглинається як ξE_ζ , а частина йде на відновлення внутрішнього ресурсу - ηE_ζ (η - коефіцієнт перетворень). Таким чином, для цього випадку отримуємо зовнішній та внутрішній баланс наступного вигляду:

$$\eta E_\zeta + \xi \bar{A}_\zeta = \bar{A}_\zeta + \acute{\alpha} E_3, \quad (2.40)$$

або

$$\eta + \xi = 1 + \acute{\alpha}. \quad (2.41)$$

Тобто у цьому випадку видно, що все є залежне від фізичних властивостей АС, а не від зовнішнього енергетичного потоку E_3 .

Закінчимо цей розгляд, коли АС (БТО, БО, ПО) сама по собі виробляє енергетику для вироблення особистої незалежної зони присутності (рис. 2.21).

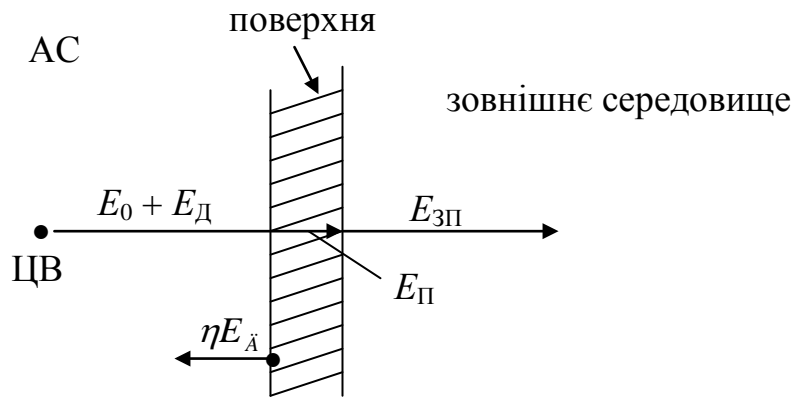


Рисунок 2.21 - Вироблення енергетики зони присутності за рахунок внутрішнього ресурсу АС

У цій ситуації АС свою внутрішню енергетику $E_0 + E_д$ частково використовує для утворення та підтримки своєї зони присутності $E_{зп}$. При цьому частина внутрішньої енергії втрачається у зоні поверхні, перетворюючись на $E_{зп}$, а частина відбивається у внутрішній простір АС.

Таким чином, у підсумку необхідно констатувати той факт, що по межі поверхні відбувається розподіл енергетичних потоків. З внутрішньої сторони, тобто АС (БТО, БО, ПО), існує стала енергетика E_0 та додаткова $E_д$, яка витрачається на підтримку життєдіяльності об'єкту як такого. До цих витрат входять енергія для підтримки поверхні $E_п$, енергія внутрішніх перетворень $E_0 \pm E_д$, енергія підтримки зони присутності $E_{зп}$. З іншого боку зовнішня енергетика $E_з$ частково поглинається та перетворюється на $E_д$, а частково йде на утворення пасивної зони присутності. Таким чином, повний баланс енергетики БТО, БО, ПО буде становити:

$$E_в - E_{зп} + E_з = 0, \quad (2.42)$$

де $E_в$ – повна внутрішня енергія;

$E_{зп}$ – енергія зони присутності;

$E_з$ – зовнішня енергія, яку оточує АС (БТО, БО, ПО).

2.1.2.5. Просторовий рух об'єкту

У випадку просторового руху БТО як АС у межах абсолютного простору, виникає низка проблем стосовно ідентифікації координат. Оскільки будь – яка абстрактна сутність у частковому просторі є плинна у своїх координатах, то загальна концепція побудови фізико- математичного апарату буде будуватиметься на визначенні відносних координатних систем. Отже у процесі визначення координат АС (БТО, БО, ПО, ТО) у просторі, ми отримуємо низку взаємопов'язаних координатних систем, тобто:

$$G = g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_n \quad (2.43)$$

У більш достеменному розгляді така координатна низка має зсув у просторі, залежний від властивостей простору та часу. Тобто у загально динамічному стані ці координати (2.43) необхідно розглядати як:

$$G = [g_1 + g_1(\tau)] + [g_2 + g_2(\tau)] + \dots + [g_n + g_n(\tau)] \quad (2.44)$$

де функції залежні від τ визначають взаємне розташування координатних систем одна від одної.

Розглянемо елементарну ситуацію, яка відбувається у кожному наступному русі АС (БТО, БО, ПО, ТО). Для цього розглянемо елементарний рух АС, який відбувається в обмеженій системі координат із фіксованим початком і базисними векторами (рис. 2.22).

У цьому випадку траєкторію руху АС (БТО, БО, ПО, ТО) в обмеженому просторі можна відобразити як рух вектора $r(t)$ залежно від параметра t . Здебільшого під параметром t розуміється час, як незалежний аргумент функції. Водночас вершина вектора співпадає з центром мас АС і, фактично, надає опис траєкторії її руху, тобто годографа.

Якщо $z(t)$ розкласти по базовим векторам i, j, k прямокутної декартової системи координат, то

$$\mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k}. \quad (2.45)$$

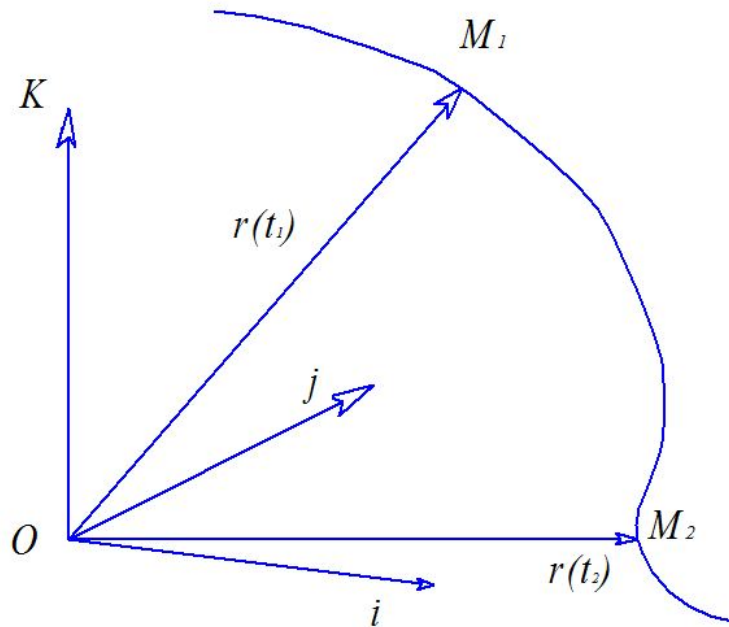


Рисунок 2.22 - Векторна уява руху АС у обмеженій координатній системі g_i

До того ж складові $x(t)$, $y(t)$, $z(t)$ теж є функціями від t . Параметричне уявлення траєкторії руху, тобто просторової кривої, буде мати вигляд:

$$x = x(t), y = y(t), z = z(t) \quad (2.46)$$

Рух АС у просторі відбувається дискретно, що надає можливість його розгляду у векторному полі $\mathbf{V}(\mathbf{r})$ розглядаємого простору g_i (рис. 2.23).

По-перше, траєкторія АВ розбивається на низку відтинків n із відповідними точками $A = A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n = B$, які приблизно відображаються векторами \mathbf{r}_i - $\mathbf{r}_{i-1} = \Delta \mathbf{r}_i$. Надалі це розбивання позначимо через Z_n .

По-друге, вектори $\Delta \mathbf{r}_i$ утворюють ламану криву, що апроксимується траєкторією АВ. Найбільша із довжин відтинків визначається як $\Delta(Z_n)$.

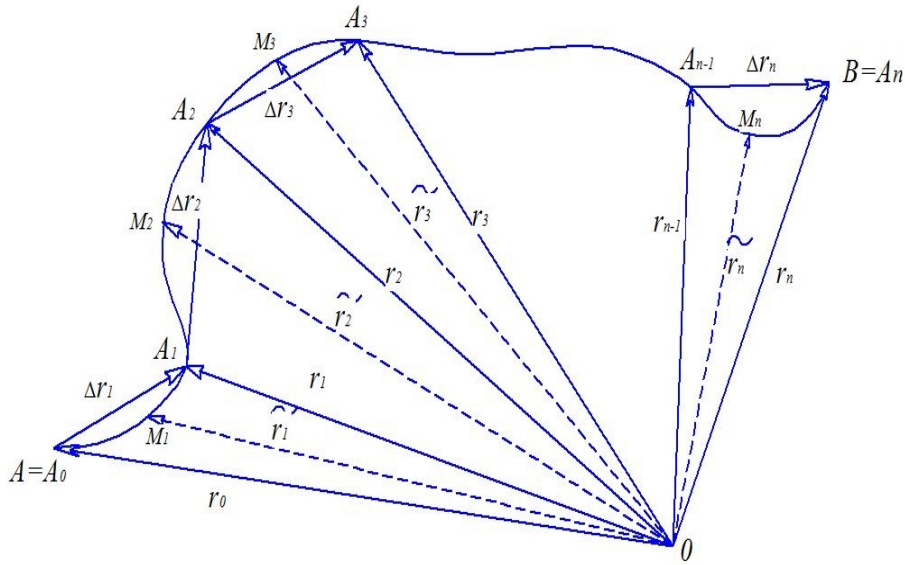


Рисунок 2.23 - Траєкторія руху АС

Водночас до цієї довжини є особливі умови стосовно її розмірів.

Сутність полягає у тому, що ця довжина не повинна перевищувати довжину треку чутливості відчутника, який її вимірює, що буде показано у наступних розділах.

Таким чином, всередині кожного елементарного вектора $\Delta \mathbf{r}_i$ обирається вільна точка M_i , яка має радіус вектор $\tilde{\mathbf{r}}_i$. Як наслідок, отримуємо суму просторових рухів

$$S_{Z_n} = \sum_{n=1}^n V(\tilde{\mathbf{r}}_i) \Delta \mathbf{r}_i. \quad (2.47)$$

Водночас повинна виконуватися умова, що для будь якого заданого $\varepsilon > 0$ існує таке $\delta(\varepsilon) > 0$, що

$$|S_{Z_n} - I| < \varepsilon. \quad (2.48)$$

Для всіх можливих сум S_{Z_n} із $\Delta(Z_n) < \delta(\varepsilon)$. Фактично це є умова існування криволінійного інтегралу. Оскільки у декартовій системі координат маємо опис руху через вираз

$$d\mathbf{r} = dx\mathbf{i} + dy\mathbf{j} + dz\mathbf{k}, \quad (2.49)$$

тоді звідсіля отримуємо

$$\int_{\gamma_{AB}} V_{dr} = \int_{\gamma_{AB}} V_x dx + V_y dy + V_z dz. \quad (2.50)$$

При траєкторії заданій у параметричному вигляді (2.50) маємо можливість звести задачу до визначеного інтегралу вигляду

$$\int_{\gamma_{AB}} V_{dr} = \int_A^B [V_x(x(t), y(t), z(t)) \frac{dx}{dt} + V_y \frac{dy}{dt} + V_z \frac{dz}{dt}] dt. \quad (2.51)$$

Довжину траєкторії руху АС можна визначити для випадку полярний координат коли $\rho = \rho(\varphi)$ при $(\varphi_0 \leq \varphi \leq \varphi_1)$

$$\int_0^{\varphi_1} \sqrt{\rho^2 + (\rho')^2} d\varphi. \quad (2.52)$$

Якщо траєкторія задається параметрично у вигляді: $x = \varphi(t)$ при $y = \psi(t)$ де $z = \chi(t)$ при $(t_0 \leq t \leq t_1)$, де $\varphi(t)$, $\psi(t)$, $\chi(t)$ є безперервно диференціюємі функції, то довжина визначається за виразом:

$$\int_{t_2}^{t_1} \sqrt{\varphi'^2(t) + \psi'^2(t) + \chi'^2(t)} dt. \quad (2.53)$$

Обидва вирази (2.52) та (2.53) необхідно сприймати, як уявні функції, оскільки рух реальної АС (БТО, БО, ПО, ТО) відрізняється від уявної траєкторії. У тому випадку, коли не цікавлять надмалі рухи у реальній системі координат (реальна траєкторія) умова (2.52) задовольняє. Але, коли необхідні високі точності оцінки параметрів траєкторії, необхідно умову (2.53) розглядати по іншому. У цьому випадку існує $\varepsilon_{кр}$, яка визначає межу чутливості відчутника, який контролює рух АС у межах заданої траєкторії. Як наслідок, у реальній оцінці цього руху будемо мати певні розбіжності. Такі розбіжності породжуються тим, що реальна АС (БТО, БО, ПО, ТО) знаходиться під низкою сторонніх сил, які не дають їй можливості виконувати визначену уявну траєкторію. Під дією цих сил АС (центр маси) знаходиться у постійному коливальному процесі. Тобто рух центру маси АС у просторі нагадує гвинтову

криву, яка розгортається вздовж уявної траєкторії l_n . Вирішити цю задачу повністю на сьогодні неможливо, тому розглянемо цю ситуацію на відтинку траєкторії згідно умов (2.53). Для вирішення цієї фрагментарної задачі приймаємо, що наш фрагмент задано параметрично, а саме:

$$x = x(t), \quad y = y(t), \quad z = z(t), \quad (2.54)$$

при цьому $\alpha \leq t \leq \beta$ ($-\infty \leq \alpha, \beta \leq \infty$).

Якщо через $\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$ радіус вектор точки $M(x, y, z)$, то (2.54) можна записати у векторній формі, як:

$$\mathbf{r} = \mathbf{r}(t), \quad \mathbf{r}(t) = x(t)\mathbf{i} + y(t)\mathbf{j} + z(t)\mathbf{k}. \quad (2.55)$$

Звідкіля похідна визначається, як:

$$\frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{r}'(t) = x'(t)\mathbf{i} + y'(t)\mathbf{j} + z'(t)\mathbf{k}. \quad (2.56)$$

Позитивний напрямок на кривій у просторі зорієнтовано на збільшення параметру t . Одночасно траєкторію AC у просторі можна задавати, як лінію пересічення двох поверхонь, тобто:

$$F(x, y, z) = 0, \quad G(x, y, z) = 0. \quad (2.57)$$

Довжина дуги, як локальний елемент траєкторії руху визначається відповідними значеннями параметра t_0, t , буде дорівнювати:

$$S = \int_{t_0}^t ds$$

$$ds = \sqrt{[x'(t)]^2 + [y'(t)]^2 + [z'(t)]^2} dt = \sqrt{\left(\frac{d\mathbf{r}}{dt}\right)^2} dt = \left|\frac{d\mathbf{r}}{dt}\right| dt = |d\mathbf{r}|. \quad (2.58)$$

Якщо на траєкторії зафіксувати якусь крапку A_0 , то у якості нового параметра траєкторії є можливість прийняти S позитивний (додатний), якщо наступна крапка A наступна за A_0 , (у розумінні заданого при допомозі t позитивного напрямку). Тоді маємо можливість отримати нові базові поняття:

$$x = x(s), \quad y = y(s), \quad z = z(s), \quad \mathbf{r} = \mathbf{r}(s). \quad (2.59)$$

Як наслідок, у межах точки A , яка відповідає довжині дуги $S_1 = A_0$. A є можливість розкладення у ряд Тейлора, тобто є вірним наступне рівняння:

$$r(S) = r(S_1) + \frac{dr(S_1)}{ds}(S - S_1) + \frac{1}{2!} \frac{d^2r(S_1)}{ds^2}(S - S_1) + \frac{1}{3!} \frac{d^3r(S_1)}{ds^3}(S - S_1) + \dots \quad (2.60)$$

У координатному запису, якщо сприймати їх як у (2.60), то

$$x(S) = x(S_1) + \frac{dx(S_1)}{ds}(S - S_1) + \frac{1}{2!} \frac{d^2x(S_1)}{ds^2}(S - S_1) + \frac{1}{3!} \frac{d^3x(S_1)}{ds^3}(S - S_1) + \dots \quad (2.61)$$

Якщо у виразах (2.60, 2.61) замінити S та t , то відповідні формули будуть достеменними і для $\mathbf{r}(t)$. При цьому одиничний вектор $\mathbf{t} = \frac{d\mathbf{r}(s)}{ds}$ співпадає з напрямком дотичної у точці A та вказує на позитивний напрямок траєкторії.

Одиничний вектор \mathbf{n} співспрямований із вектором $\mathbf{t} = \frac{d^2\mathbf{r}(s)}{ds^2}$ є вектором головної нормалі у точці A , для якого будуть справедливими наступні залежності:

$$\frac{d^2\mathbf{r}(s)}{ds^2} = K_n, \quad K = \sqrt{\left[\frac{d^2x(s)}{ds^2}\right]^2 + \left[\frac{d^2y(s)}{ds^2}\right]^2 + \left[\frac{d^2z(s)}{ds^2}\right]^2}. \quad (2.62)$$

При цьому коефіцієнт $K \geq 0$ визначається, як кривизна траєкторії. Зворотня величина $R = 1/k$ є радіусом кривизни траєкторії руху A . У випадку пласкої траєкторії кривизні приписують знак «+» або «-». Якщо кривизна у всіх точках траєкторії дорівнює нулю ($K \equiv 0$), то у цьому випадку траєкторія руху вироджується у пряму лінію.

Ці зауваження стосуються лише уявної ситуації, тому що реальна траєкторія ніколи не може бути пласкою, а тим більше суворо лінійною, тобто є можливість говорити про необмежене наближення реальної траєкторії до уявної.

Досить часто для опису параметрів траєкторії руху використовується така математична операція, як супроводжуючий тригранник. В основі цього лежить теза, що вектор дотичної \mathbf{t} завжди перпендикулярний до вектора головної нормалі \mathbf{n} . Якщо цю систему векторів \mathbf{t} та \mathbf{n} доповнити таким перпендикулярним до них одиничним вектором, що виконується умова $\mathbf{b} = \mathbf{t} \times \mathbf{n}$ (вектор бінормалі), то отримуємо праву трійку одиничних векторів \mathbf{t} , \mathbf{n} , \mathbf{b} . Ця трійка векторів формує супроводжуючий тригранник у крапці А просторової траєкторії (Рис. 2.24). Згідно залежності (2.62) траєкторія руху АС (БО, БТО, ТО) із точністю до членів другого порядку меншості лежить на дотичній площині, яка визначається векторами \mathbf{t} та \mathbf{n} . Нормальна площина визначається векторами \mathbf{n} та \mathbf{b} , а спрямляюча \mathbf{t} та \mathbf{b} .

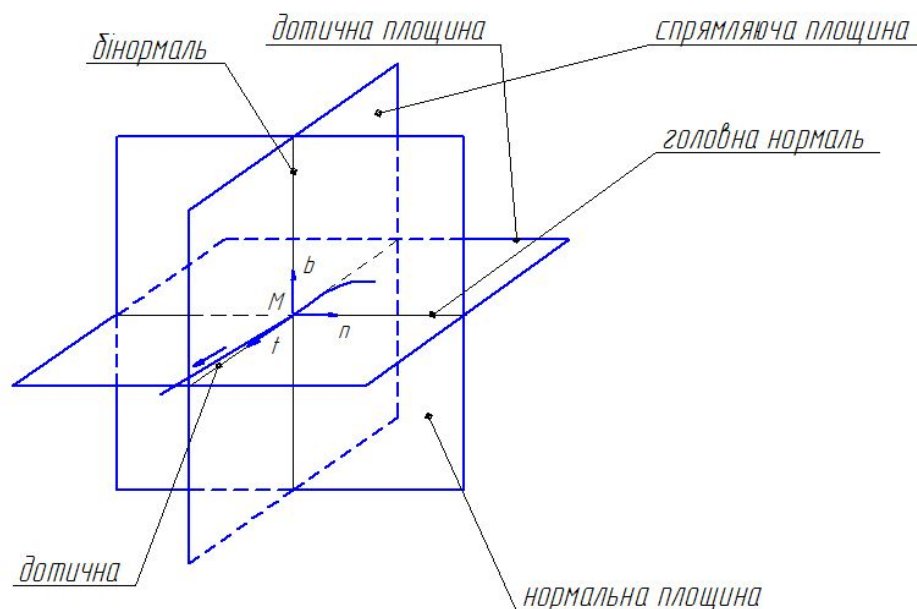


Рисунок 2.24 – Форма супроводжуючого тригранника траєкторії руху АС

Ще одним важливим параметром руху АС (БО, БТО, ТО) за траєкторією є її крутіння. У такому випадку, якщо траєкторія визначається векторною залежністю $\mathbf{r} = \mathbf{r}(S)$ то у крапці $A(s)$ крутіння визначається формулою:

$$T = 1/\tau = R^2 (\mathbf{dr}(S)/ds, d^2\mathbf{r}(S)/ds, d^3\mathbf{r}(S)/ds) =$$

$$\frac{\begin{vmatrix} x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \\ x''' & y''' & z''' \end{vmatrix}}{(x''^2 + y''^2 + z''^2)^{3/2}}, \quad (2.63)$$

де x' - перша похідна по s і т.д.

Якщо крутіння на всіх точках траєкторії дорівнює нулю $T \equiv 0$, то це означає, що ми маємо пласку криву. Якщо у деякій фіксованій точці A_1 траєкторії ми маємо крутіння, $T \neq 0$, то згідно формули (2.63) траєкторія в межах точки A_1 з точністю до членів третього порядку являє собою пласку криву. Знак перед T визначає напрямок закручування траєкторії; якщо $T > 0$, то це означає для спостерігача, який знаходиться на дотичній площині, то у напрямку \mathbf{b} траєкторія закручується у верх проти годинникової стрілки (правий гвинт; рис. 2.25); $T < 0$ відповідає лівому гвинту.

У загальному вигляді, якщо траєкторія задається, як (2.63), то

$$K^2 = \frac{1}{R^2} = \frac{\dot{\mathbf{r}}^2 \ddot{\mathbf{r}}^2 - (\ddot{\mathbf{r}})^2}{(\dot{\mathbf{r}}^2)^3} = \frac{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)(\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2) - (\dot{x}\ddot{x} + \dot{y}\ddot{y} + \dot{z}\ddot{z})^2}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2)^3} \quad (2.64)$$

Розглянемо спрощену ситуацію, яка наочно показує різницю між уявною та реальною траєкторіями руху (рис. 2.25). Для цього будемо приймати, що уявний фрагмент траєкторії руху Δr_k співпадає з напрямком осі OZ , а реальна траєкторія руху відбувається за гвинтовою кривою.

У цьому випадку рівняння реального руху у параметричному вигляді будуть наступні:

$$x = a \cos t, y = a \sin t, z = bt, a > 0. \quad (2.65)$$

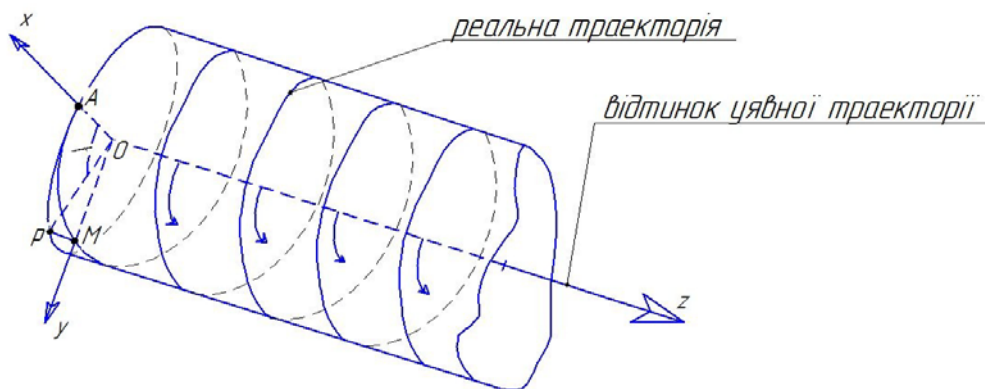


Рисунок 2.25 - Уявна та реальна траєкторія на відтинку Δr

Якщо $b > 0$, то це права гвинтова траєкторія, а при $b < 0$ ліва гвинтова.

Для вирішення цієї задачі замінимо параметр t на довжину дуги

$$s = \int_0^1 \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} dt = t \sqrt{a^2 + b^2} \quad (2.66)$$

У такому випадку

$$x = a \cos \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, y = a \sin \frac{s}{\sqrt{a^2 + b^2}}, z = a \cos \frac{bs}{\sqrt{a^2 + b^2}}. \quad (2.67)$$

Звідкіля кривизна

$$K = \frac{1}{R} = \sqrt{\left(\frac{d^2x}{ds}\right)^2 + \left(\frac{d^2y}{ds}\right)^2 + \left(\frac{d^2z}{ds}\right)^2} = \frac{a}{a^2 + b^2} \quad (2.68)$$

i є сталою величиною до наведеного випадку.

Згідно (2.68) крутіння

$$T = \left(\frac{a^2 + b^2}{a} \right) \frac{\begin{matrix} -a \sin t & a \cos t & b \\ -a \cos t & -a \sin t & 0 \end{matrix}}{[(-a \sin t)^2 + (a \cos t)^2 + b^2]^3} = \frac{b}{a^2 + b^2} \quad (2.69)$$

теж є сталою величиною.

Наведемо деякі найпростіші приклади, які показують на скільки є достеменним вище наведений математичний розгляд. Так, наприклад, рух

електричного заряду q (електрон, позитрон тощо) у магнітному полі B . При цьому на це заряд впливає сила Лоренца

$$F_L = qVB \sin \alpha = q(\mathbf{V} \times \mathbf{B}), \quad (2.70)$$

а заряд рухається за радіусом

$$R_L = \frac{m}{q} \cdot \frac{V}{B}. \quad (2.71)$$

Період $T = \frac{2\pi}{B} \cdot \frac{m}{q}$. Загальна сила Лоренца магнітна та електрична:

$$F_L = q\mathbf{E} + q\mathbf{v} \times \mathbf{B} \sin \alpha. \quad (2.72)$$

До того ж, заряди (часточки) мають властивість обертання навколо своєї осі, тобто спін. Можна навести це більш складний спосіб руху, але більш зрозумілий завдяки своїй наочності.

Отже, уявимо собі, що спостерігач знаходиться на якійсь широті земної кулі. У такому випадку він у системі координат Земля-Місяць обертається навколо земної осі. Водночас, центр маси у системі не співпадає – центром маси Землі. Мало того, спільний центр обертання дрейфує навколо центру маси Землі, оскільки період обертання Місяця і Землі різні, чим обумовлюються морські приливи та відливи. Як наслідок, спостерігач отримує вплив модуляції гравітаційного поля, хоча траєкторія його руху є коло відносно центру Землі. Але Земля має кут нахилу до своєї орбіти навколо Сонця. Таким чином, реальна траєкторія руху спостерігача буде мати синусоїдальний вигляд у проекції на траєкторію руху Землі. Але реальна буде мати підйоми над площиною орбіти. Таким чином, спостерігач буде отримувати ще одну гравітаційну модуляцію, але вже від Сонця, що рухається по своїй уявній траєкторії (для нас) навколо центра галактики. Галактика не є однорідною масою, а тому її гравітаційне поле нестабільне у просторі. Як наслідок, сонячна система постійно знаходиться під його дією і має відповідні викривлення траєкторії. Тобто, у наслідку на спостерігача діє низка гравітаційних модуляцій різної потужності. У загальному вигляді це можна відобразити, як векторну суму складових:

$$\mathbf{G}(t)=\mathbf{g}_r(t)+\mathbf{g}_c(t)+\mathbf{g}_{зм}(t)+\mathbf{g}_n(t_1, t_2, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8), \quad (2.73)$$

де $\mathbf{g}_r(t)$ – гравітаційна модуляція від галактики;

$\mathbf{g}_c(t)$ – гравітаційна модуляція від Сонця;

$\mathbf{g}_{зм}(t)$ – гравітаційна модуляція від системи Земля-Місяць;

$\mathbf{g}_n(t_1, t_2, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8)$ – гравітаційна модуляція від планетарної системи (Меркурій, Венера, Марс, Юпітер).

Загальний висновок з вище наведеного прикладу доводить, що будь-яка АС (БО, БТО, ПО, ТО) на поверхні Земної кулі знаходиться під низкою гравітаційних модуляційних процесів.

На останок розглянемо низку специфічних рухів, які створює АС при своєму нарощуванні або зменшенні маси, здебільшого це властивість біологічних об'єктів. Отже, заважаючи на попередній приклад, маємо зауважити, що будь-який БТО виконує певну роботу, переміщуючи масу супротив вектора сили тяжіння, тобто:

$$P = \int_{\widehat{AB}} \mathbf{V} dr. \quad (2.74)$$

При чому, сила \mathbf{V} рухає матеріальну точку з А у В вздовж кривої АВ у силовому гравітаційному полі $\mathbf{V}(\mathbf{r})$.

Якщо кожній точці у межах БО приписати вектор \mathbf{V} , то у такому випадку можна говорити про векторне поле $\mathbf{V} = \mathbf{V}(x,y,z)$, де x,y,z – складні функції, які дають опис форми об'єкту. Такому вектору є парний з ним вектор тяжіння. Розглянемо цю ситуацію більш достеменно на прикладі звичайних рослин, як більш очевидному. Звичайна рослина, тощо є тісно зв'язаними з координатою свого розташування на поверхні земної кулі, оскільки саме з цієї місцини вона отримує корисні речовини для свого існування. Користуючись цими речовинами, вона будує своє тіло та зрощує масу в позитивний технологічний спосіб. Розвиток стовбура рослини відбувається у напрямку максимального енергетичного потоку від Сонця. Таким чином, можна констатувати той факт, що на рослину впливають дві основні енергетичні потоки. Це умовно

консервативне гравітаційне силове поле, з одного боку, і енергетичний сонячний потік, який має періодичний характер. Тобто, залежно від розташування рослин по широті Земної кулі буде мінятися рослинний світ та швидкість, з якою вони зрощують свою масу. Тому на екваторі рослини мають значну середню висоту завдяки зменшенню гравітаційного вектора і значної сонячної активності. На полюсах рослини взагалі зникають за максимальної сили тяжіння та послабленої сонячної активності. Цей приклад доводить, що існує рух геометрії рослини залежно від широти її знаходження. Отже, розглянемо цей процес для абстрактної рослини.

В якості моделі обираємо дерево без листя (сухостій) для того, щоб краще було видно процес його розвитку. Якщо ми стовбуру та гілкам припишемо значення якихось векторів $r_0..r_1..r_n..r_m$, то є можливість відобразити дерево, як векторний потік у замкненому об'ємі (Рис. 2.26, а). Тобто, ми отримуємо уявний статичний векторний потік. Оскільки жива рослина на відміну від неживої весь час рухається (росте, гнеться од вітру тощо), то таке векторне поле необхідно сприймати, як його миттєве значення.

Тим не менш, вся ця векторна діаграма рухається з двох основних причин: По-перше, це ріст рослини, і по-друге, це вітер, який примушує рослину коливатися. Як наслідок, ми отримуємо ситуацію, яка розглядалась на рис.2.26. Звісно, в основі руху є не правильне коло, а криволінійний еліпс, який розтягнуто по подовжній вісі з відповідною стрілкою прогину у межах середини.

Відобразити таким чином всю діаграму у русі немає можливості. Тому для розуміння процесу руху звернемось до векторної діади, яка надає можливість уявити всю складність руху (Рис. 2.26, б). У цьому випадку кожний з векторів описує у просторі криволінійний конус, тобто реалізує роторну функцію вектора r_{i+1} . Таким чином, маємо можливість надати приблизний опис такого руху

$$\text{rot}(\mathbf{V}_i + \mathbf{V}_{i+1}) = \text{rot } \mathbf{V}_i + \text{rot } \mathbf{V}_{i+1} = 2\omega n . \quad (2.75)$$

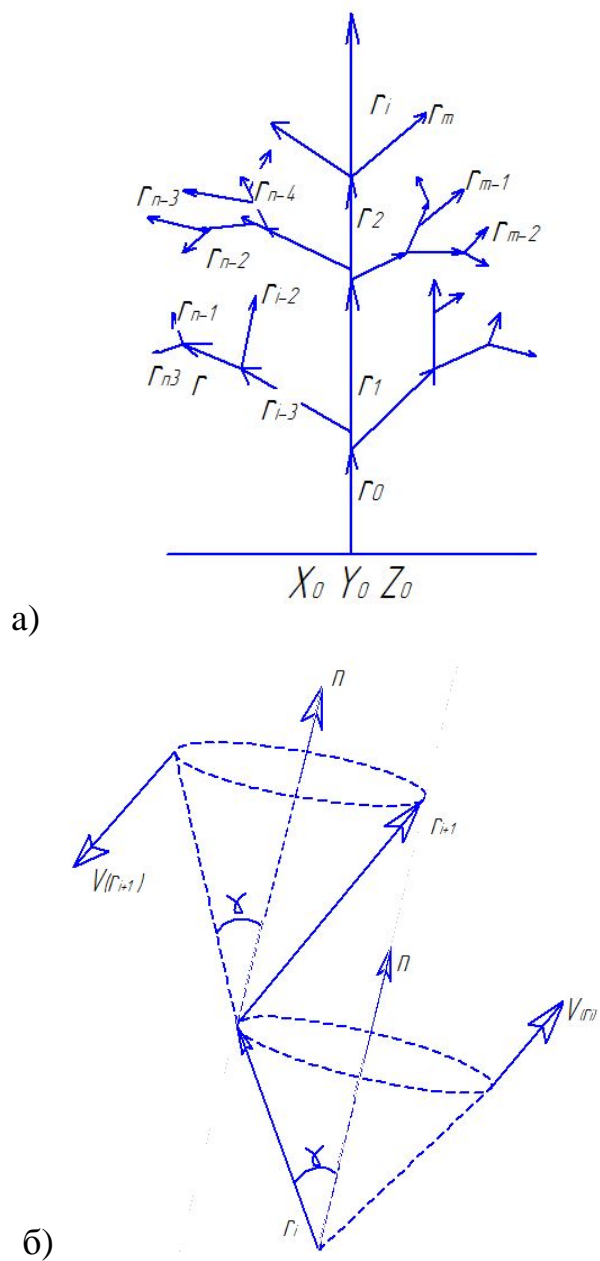


Рисунок 2.26 - Динаміка руху рослин у просторі, де: а) статичне уявне векторне поле рослини; в) векторна діада поля рослини

У широкому сенсі можна вважати, що рослина створює векторний потік швидкостей

$$rot(\sum_{i=0}^{i=m} V_i) = 2\omega n. \quad (2.76)$$

При цьому циркуляцію можна приблизно вважати наступну величину

$$\tilde{A} = \oint_L -\omega y dx + \omega x dy. \quad (2.77)$$

Застосовуючи теорему Стокса, оскільки напрямок руху по контуру L та в нормалі n узгоджені між собою, то

$$\tilde{A} = \oint_L -\omega y dx + \omega x dy = \omega \iint_D 2 dx dy, \quad (2.78)$$

де D – поверхня, обмежена контуром L .

Оскільки інтегрування відбувається по верхній стороні поверхні, то $dx dy = \cos \gamma ds$, то після підстановки у (2.78) отримуємо

$$\tilde{A} = 2\omega \cos \gamma \iint_D dy = 2\omega \cos \gamma S. \quad (2.79)$$

де S – площа, обмежена контуром L , а γ кут між вектором та нормалі n та циркулюючим вектором r .

Звісно, що запропонований розгляд руху є досить спрощений і не може сприйматися, як орудна дія, а тільки, як напрямок досліджень.

Ще одною властивістю, яку не можна оминати стосовно динаміки руху АС, а біологічної тим більш, є дивергенція, як міра енергетики об'єкту. Цей параметр показує наявність або відсутність енергетичного джерела у середині АС. Як вже було показано у попередніх розділах, АС має свою зону присутності. В одних випадках необхідно мати особисте джерело для підтримки ЗП, а в інших користуватися зовнішніми енергетичними полями. Покажемо це на простому прикладі. Якщо радіус-вектор (рис. 2.26) можна записати у вигляді (2.75), то

$$\text{div} r = \frac{dx}{dx} + \frac{dy}{dy} + \frac{dz}{dz} = 3. \quad (2.80)$$

тобто кожна точка польової структури є нібито джерелом постійної потужності. Тому, користуючись векторною формою теореми Остроградського, одразу отримуємо, що потік радіуса-вектора через будь-яку замкнену поверхню дорівнює потрійному об'єму, обмеженому цією поверхнею, тобто

$$K = \iiint_{\Omega} 3dv = 3V . \quad (2.81)$$

У загальному підсумку можна вважати, що загальна дивергенція є векторна сума дивергенцій його окремих часточок, тобто

$$\text{div}(AC) = \sum_{i=0}^{i=m} \text{div}r_i . \quad (2.82)$$

При цьому це не означає просте сумування результату за виразом (2.82), оскільки він існує лише у своїй системі координат. У загальному випадку дивергенцію необхідно розглядати з погляду позитивно-негативних технологій. При цьому, якщо дивергенція має позитивний знак, то це означає, що АС (БТО, БО, ПО) зрощує свою масу, або збільшується в об'ємі. При від'ємному значенні дивергенції АС втрачає свою масу, тобто руйнується. Ситуація, коли дивергенція дорівнює нулю для АС взагалі є неможлива ситуація, тому що всі технологічні процеси мають дуальний характер, тобто якщо не йде побудова, то йде руйнація і навпаки.

Цю ситуацію дуже яскраво демонструють звичайні рослини. Та в силу специфіки свого росту рослина отримує живлення з двох сторін. З одного боку, розвиток кореневої системи забезпечує зростання частини рослин, яка знаходиться над поверхнею землі. До того ж, коріння рослин має розвиток у бік максимальної щільності корисних для себе речовин, оминаючи ділянки або небезпечні, або з усіляким непотребом, тобто коріння розвивається нібито по трубкам потоку максимальної енергетики. Над поверхнею рослина має розвиток майже з тим самим принципом. Якщо рослина росте самотньо, тобто немає сторонніх чинників, які їй заважають, то вона має практично симетричну геометрію у всіх проекціях, наприклад квітки, як закінчений елемент рослини доволі симетричні. З деревами відбуваються дещо інші трансформації. Гілки на деревах ростуть таким чином, що рухаються по енергетичних коридорах у бік Сонця. Таким чином, щоб повністю вирівняти зовнішню поверхню крони. Тому, окрім основних потужних гілок утворюється велика кількість маленьких,

які намагаються заповнювати порожній простір і які знов таки рухаються по енергетичним коридорам. Деревя, які зростають у лісі, як правило, мають глухі енергетичні кути, які призводять до загибелі. Тим не менш, при цьому відбувається перерозподіл енергетики постачання між гілками.

На останок необхідно згадати ще один типовий рух, який відтворює АС, а саме коливальний. Саме цей рух має найбільше описів у технічній та фізико-математичній літературі [41, 42, 46]. Тому зосередимось на простому констатуванні параметрів цього руху, а саме:

1. Миттєве зрушення відносного статичного стану рівноваги, тобто відхилення або зміщення x :

$$x = f(t), f(t) = f(t + T), \quad (2.83)$$

де $f(t)$ – задана періодична функція часу t ;

2. Максимальне відхилення від стану рівноваги, тобто амплітуди коливань A ;

3. Тривалістю одного коливання або періодом T ;

4. Частотою коливань в одиницю часу або частотою ν ;

$$\nu = \frac{1}{T}. \quad (2.84)$$

При цьому величина $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$. (2.85)

5. Час, який відраховується з моменту початку коливань;

6. Фазою коливань

$$\varphi = \omega t + \varphi_0. \quad (2.86)$$

Існує досить проста класифікація коливальних процесів АС (БТО, БО, ПО). Коливання самою по собі АС від короткочасного зовнішнього збудника класифікується, як вільні або особисті. Коливання, які відбуваються з однаковою амплітудою у часі класифікуються, як нестихаючі. Для підтримки таких коливань необхідно постійно підтримувати енергію ззовні, яка компенсує енергетичні витрати самої АС. Без такого поповнення коливання поступово

стихають. Коливання, які підтримуються дією зовнішньої періодичної сили класифікуються, як вимушені. Коливання, які АС відтворює сама по собі за рахунок внутрішніх джерел, класифікуються, як автоколивання. Якщо уявити, що АС відтворює незагасаючі коливання, то зміщення x може бути описане через залежності

$$x = x(t) = A \cos(\omega t + \varphi_0)$$

або
$$x = x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0), \quad (2.87)$$

де A - амплітуда,

$\omega t + \varphi_0$ - фаза коливання

Обидва випадки (2.87) є рівноправними, оскільки вибором φ_0 завжди можна звести задачу до простих функцій синусу та косинусу від аргументу ωt

$$x = A \cos \omega t, \quad x = A \sin \omega t \quad \text{при } \varphi_0 = 0. \quad (2.88)$$

Перша та друга похідні відхилення $x(t)$ за часом t , тобто швидкість та прискорення теж змінюються за гармонічним законом

$$\dot{x} = v(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0), \quad \ddot{x} = a(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (2.89)$$

Отже, якщо АС діє зовнішня сила F_3 , яка має зміни за гармонічним законом з частотою ω , то

$$F_3 = F_0 \cos \omega t, \quad (2.90)$$

При цьому з другого закону Ньютона маємо

$$m\ddot{x} = F + F_{\text{oc}} + F_3. \quad (2.91)$$

Звідсіля отримуємо диференціальне рівняння, яке дає опис малих вимушених коливань:

$$\ddot{x} + 2\beta\dot{x} + \omega_0^2 = f_0 \cos \omega t, \quad (2.92)$$

де $2\beta = r/m, \omega_0^2 = k/m, f_0 = F_0/m$.

У спрощеному вигляді вирішення рівняння (2.92) має наступний вигляд [46]

$$x = A \cos (\omega t - \alpha) \quad (2.93)$$

$$\text{де } A = \frac{f_0}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \varphi \beta^2 \omega^2}}, \quad (2.94)$$

$$\alpha = \arctg \frac{2\omega\beta}{\omega_0^2 - \omega^2}. \quad (2.95)$$

Більш суворе вирішення рівняння (2.92) дає наступний результат

$$x(t) = A \cos(\omega t - \alpha) + A_0 e^{-\beta t} \cos(\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} t + \varphi_0). \quad (2.96)$$

Водночас між параметрами системи та часом коливального руху існує тісний зв'язок. Так, при $\beta = 0$, $r = 0$, $\omega_0 = \omega$ маємо нестихаючий коливальний рух,

при $\beta < \omega_0$, $r < 2\sqrt{mk}$, $\omega_0 < \omega$ - стихаючий коливальний рух;

при $\beta = \omega_0$, $r = 2\sqrt{mk}$, $\omega_0 = \omega$ - межовий випадок аперіодичного руху;

при $\beta = \omega_0$, $r = 2\sqrt{mk}$, $\omega = i\sqrt{\beta^2 - \omega_0^2}$ - аперіодичний рух.

При описі цього виду руху часто використовується поняття логарифмічного декременту загасання

$$\lambda = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T \quad (2.97)$$

та добротністю

$$Q = \frac{\pi}{\lambda}. \quad (2.98)$$

На прикладі здійснення коливальних процесів АС (БТО, БО, ПО) можна прослідкувати за енергетичними перетвореннями, тобто кінетичної енергії E_k у потенціальну E_n і навпаки

$$E_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{m}{2} A^2 \omega^2 \sin^2(\omega t + \varphi_0) = \frac{m}{4} A^2 \omega^2 [1 - \cos 2(\omega t + \varphi_0)], \quad (2.99)$$

$$E_n = \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \sin^2(\omega t + \varphi_0) = \frac{kA^2}{4} A^2 \omega^2 [1 + \cos 2(\omega t + \varphi_0)]. \quad (2.100)$$

Загальна енергія у коливальній системі руху при цьому буде

$$E = E_k + E_n = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 + \frac{1}{2}kx^2 = \frac{kA^2}{2} = const. \quad (2.101)$$

Окрім того, при коливальних процесах відбувається поглинання енергії. Як наслідок,

$$x(t) = A_{\Pi}(\omega)\sin\omega t + A_{\Delta}(\omega)\cos\omega t \quad (2.102)$$

$$\text{де } \dot{A}_{\Pi}(\omega) = \dot{A}_{\Pi}(\omega_0) \frac{4\beta^2\omega_0\omega}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2} - \text{амплітуда поглинання}, \quad (2.103)$$

$$\dot{A}_{\Delta}(\omega) = \dot{A}_{\Delta}(\omega_0) \frac{4\beta^2\omega_0\omega}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2} - \text{амплітуда дисперсії}. \quad (2.104)$$

Перша складова визначає середнє значення поглинаємої потужності за одиницю часу, а друге впливає на миттєве значення поглинаємої потужності $P(t)$. За сталого процесу миттєве значення потужності

$$P(t) = F\dot{x}(t) = F_0 \cos\omega t [\omega A_{\Pi} \cos\omega t - \omega A_{\Delta} \sin\omega t], \quad (2.105)$$

а середнє значення поглинаємої потужності за період

$$P(\omega) = P(\omega_0) \frac{4\beta^2\omega^2}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + 4\beta^2\omega^2}. \quad (2.106)$$

Отже, у підсумку до розгляду руху АС у просторі необхідно констатувати той факт, що жодна з них не відтворює лінійного руху. Тобто, всі різновиди руху є криволінійними у абсолютній системі координат.

При визначенні абсолютної системи координат виникає дуже складна проблема, а саме визначення початку системи координат. Можемо обрати за крапку відліку будь-яку крапку відліку (дивись п.п. 2.1.1.2), але при цьому наштовхуємось на проблему розташування крапки відліку та її розмірів. Так, наприклад, для вельми обмеженої системи координат у межах монолітного об'єкту (прилад, людина, тварина тощо). Маємо крапку відліку розмірами кулі та радіусом від декількох ангстрем до десятків мікрометрів. Тим не менш, для будь-якого іншого об'єкту це вже у межах 10 мм. Для земної кулі це розміри у сотні міліметрів, а сонячна система має сотні метрів дрейфу нуля координат, не кажучи вже про галактичні координати, де цей дрейф обчислюється парсеками

та загальносвітові, про які ми маємо лише уявлення. Звісно, обрати якусь з цих систем координат є дуже складно, оскільки вони часом просто неосяжні. Тому будь-яка АС (БТО) за принципом егоцентризму орієнтується на свою особисту (локальну) систему координат і від неї будує своє існування у системі координат більш високого порядку, або більш низького. Саме такий підхід АС до системи координат забезпечує їй існування у просторі. Тому для галактики це одна ситуація, а для людини інша, хоча все зводиться до одного і того ж, тобто масштабування системи у просторі. Як наслідок, кожна із АС облаштовує своє існування таким чином, щоб її енергетичні витрати на підтримку системи її координат були мінімальні при максимальному використанні енергетики навколишнього простору для побудови пасивної ЗП.

2.3 Засади інформаційного простору зони присутності абстрактного біотехнічного об'єкту

У п.р.2.1 було розглянуто поведінку АС (БО, БТО, ПО, ТО) у класичному вигляді, які довели можливі варіанти життєдіяльності маси об'єкта у межах своєї ПЗ. Наразі припустимо, що ПЗ є чинником силової дії в обмеженому просторі. Тим не менш, АС як об'єкт завжди має просторово-часові властивості, тобто вона сповіщає про свою присутність. Виконується це у кілька способів.

Отже, будь-яка АС (БО, БТО, ПО, ТО) для того, щоб сповістити про своє існування, повинна створювати у навколишньому середовищі відповідні інформаційні сигнали. На відміну від ПЗ зона присутності має польовий характер, тобто вона створюється АС від своєї поверхні. Як наслідок, поверхня АС є координатою відліку ЗП, тобто всі польові структури навколо неї насичені інформацією про об'єкт. Характер цих структур суто польовий, і є інформаційною «опорою» АС у навколишньому середовищі. Саме у цьому об'ємі відбувається активний обмін інформаційними повідомленнями про можливості та вади кожної з взаємодіючих АС (БО, БТО, ПО, ТО). На відміну від ПЗ це є силова взаємодія, яка призводить до імпульсної руйнації того чи

іншого із взаємодіючих АС (БО, БТО, ПО, ТО). Вона має лише попереджувальний характер, який інформує навколишнє середовище про можливі наслідки взаємодії і позитивної, і негативної дії.

Отже, така інформація, яку розсилає навколо себе АС, створює відповідну зону її присутності у просторі і є додатковими координатами її опору, що дозволяють їй дистанціюватися від інших АС.

Розглядаючи питання дистанціювання певної АС від інших, необхідно обумовити той факт, що всі ці взаємодії мають виключно фізичний опис, який дуже добре піддається математичній обробці. В основі подібних ситуацій покладено принцип взаємодії між сусідніми АС. Отже, експериментальне спостереження взаємодії АС між собою призводить до того висновку, що у межах контакту на відстані двох АС існує реакція на інформаційний сигнал.

Таким чином, під зоною присутності необхідно розуміти всі фізичні ефекти, які створює навколо себе АС. До того ж неважливо, яку саме фізичну сутність являє собою АС і тверде тіло, рідина тощо. Головне, що вона піддається опису через загальновідомі фізичні закони. Тобто АС має закінчений об'єм, який, хоч і може змінюватися у часі, але всі ці процеси піддаються опису з огляду на класичну фізику.

Отже, розглянемо, яким чином може утворюватися зона присутності АС. Для цього необхідно чітко визначитися з межею між панданною зоною та зоною присутності. Наразі такою межею є перехід між фізичними станами, які притаманні цим межам поверхні АС і простору, що її оточує, та можуть бути описані відповідними фізичними законами. Як було показано у роботі [45], такою межею переходу може бути бар'єр, де змінюється хоча б один з низки об'єднуючих фізичних законів.

Оскільки всі процеси ЗП відраховуються від поверхні, можна навести низку фізичних явищ, які підтверджують теоретичні засади у [45]. Оскільки ЗП за своїми розмірами значно перевищує саму АС в умовно статистичному стані, найбільш значним є ЕМВ. Маючи можливість швидкого розповсюдження у

просторі, ЕМВ інформує навколишній простір про існування АС (БО, БТО, ТО тощо) на максимально можливій відстані, яка фактично є обмеженою різного роду чинниками та шумовим тлом. ЕМВ створює навколо об'єкту інформаційне поле, яке має градації згідно умовної класифікації залежно від довжини хвилі випромінювання. Наразі подібних відомих діапазонів існує кілька.

По-перше, це електромагнітні коливання інфранизьких частот, які, у першу чергу, пов'язані з електромагнітними процесами земної кулі та сонячної системи, а також промисловими процесами. Одночасно з цим ці коливання є притаманними живим об'єктам, як функція протидії польовим структурам, у яких вони існують.

По-друге, досить широким є діапазон з частотами від 50 кГц до десятків ГГц, які виробляють промислові джерела, та є індикатором присутності цього джерела у визначеному радіусі від нього, тобто геометрично визначає її розміри.

По-третє, оптичне ЕМВ у інфрачервоному діапазоні, яке можна вважати транспортувальним засобом теплової енергії у просторі. Тобто будь-яке нагріте тіло сповіщає про свою присутність у просторі саме розповсюдженням свого тепла. Розмір відстані при його реєстрації залежить від чутливості відчутників та визначає зону присутності об'єкту АС. Якщо розглядати різні класи БО, видно, що біологічні властивості їх схожих органів мають різні спектральні характеристики функціонування. Тобто існує баланс між потужністю сигналу (межа присутності) та чутливістю системи відчутників (межа чутливості) об'єкта. Як наслідок, отримуємо дві зони присутності, оскільки межа чутливості до навколишніх об'єктів є базою існування для АС.

Ще одна властивість оптичної системи – це передача інформації про типову сутність об'єкту. Це є сама поширена система побудови інформаційної частини зони присутності. Водночас передається головна інформація, яка позначає властивості об'єктів. Зазвичай це: сила, потужність, ступінь агресивності, колір,

швидкість, наміри тощо. Зворотній бік цієї зони полягає у тому, що інформаційна щільність падає зворотньо пропорційно відстані. Як наслідок, існує критична відстань, коли реєструють лише два головних параметри: наявність об'єкту як такого та його швидкість відносно крапки спостереження.

По-четверте, це радіоактивне випромінювання. Таке випромінювання може мати або природне, або штучне (технологічне) походження. Наразі його можна зареєструвати лише за допомогою спеціалізованих приладів. На сьогодні існує приблизний розподіл, заснований на принципі частоти електромагнітної хвилі (потужності), оскільки сама по собі потужність є функцією, залежною від квадрату частоти. На відміну від попередніх зон присутності відрізняється наявністю потужною проникаючою складовою (здібністю).

2.2.1. Екстремальні випадки в зоні присутності біотехнічних об'єктів при взаємодії із навколишнім середовищем

У широкому сенсі акустичну зону присутності можна розділити на пасивну та активну.

Пасивною необхідно вважати зону присутності, яка утворюється як наслідок певних дій, що не вимагає відгуку. До таких зон присутності можна віднести в основному акустичні хвилі природного та технічного походження.

Активною є зона, яка виникає внаслідок застосування ехолокації (наприклад, ультразвукові дослідження), коли відчутник та джерело поєднані в одне ціле. Ефективність цієї зони оцінюється співвідношенням розмірів досліджуваного об'єкта до відстані, на якій він знайдений. Фактично це означає ефективність, або якість роботи зони присутності, тобто

$$I_{\text{ЗР}} = 20 \lg \frac{L_{\text{ЗР}}}{L_{\text{ТО}}}, \quad (2.107)$$

де $L_{\text{ЗР}}$ - максимальна відстань реєстрації об'єкту розмірами $\sqrt{S} = L_{\text{ТО}}$.

Наразі залежність (2.107) надає один з основних описів фізичних принципів роботи БО, БТО, ТО у зоні присутності.

При $L_{\text{ЗР}} = L_{\text{ТО}}$ значення $I_{\text{ЗР}} = 0$ дБ, що призводить до того, що БО повинні користуватися не лінійним способом руху, а крокуванням у просторі. Достатньо згадати низку БО, наприклад тварин, які стрибають.

При $L_{\text{ЗР}} > L_{\text{ТО}}$ значення $I_{\text{ЗР}} = 15 \div 20$ дБ, що призводить також до стрибання, але з попередньою оцінкою відстані до об'єкту. Ті тварини, які не витримують такого темпу руху, замінюють його рухом очей (голови) для того, щоб поліпшити інформацію про відстань до об'єкту.

При $L_{\text{ЗР}} \gg L_{\text{ТО}}$ значення $I_{\text{ЗР}} = 80 \div 140$ дБ. При цьому БО настільки ефективно оцінюють відстань і розраховують свою траєкторію руху, що фактично є достеменниками довершеності. Найбільші властивості притаманні різним хижакам (людині), за швидкістю руху звісно на першому місці є хижі птахи, на другому – коти, на третьому – хижі риби, до четвертої групи необхідно віднести деякі види хижих комах, які сягають швидкості у десятки кілометрів з точним визначенням координати майбутньої зустрічі.

Для людини цей параметр $I_{\text{ЗР}} = 60 \div 70$ дБ, що надає відповідної можливості бути як травоядним, так і хижаком. Тобто на великій відстані людина може оцінити інформаційні здібності об'єкту з погляду споживання для свого існування. Водночас такі здібності надають можливості оцінювати рухомі та нерухомі об'єкти з погляду загрози життю та своєчасно використати арсенал протидії.

На довершення перегляду можливих типів ЗП розглянемо одну з найбільш складних. Найскладнішою є зона пилу та газу, що має власні фізико-хімічні властивості. Сутність цієї зони, і, як наслідок, її складності полягає у тому, що вона складається з низки різних компонент. Наразі можна виокремити три наступних компоненти.

По-перше, це пил, який являє собою невеликі шматочки хімічних сполук, які є фрагментами твердих тіл, що часом мають досить велику твердість. Зазвичай ці об'єкти мають кулясту форму розміром до десятків мікрометрів.

Подібні фрагменти також у вигляді фармакологічних речовин (деякі типи порошків, їх оболонки, капсули) можуть потрапляти до організму та призводити до утворення тимчасових зон присутності, доки вони не розчиняться речовинами організму. Основною властивістю цієї фракції є те, що, маючи порівняно невелику вагу, вони легко переміщуються під дією аеро- та гідродинамічних сил у просторі, тобто поводять себе як елемент аерогідродинамічного потоку.

Водночас, враховуючи швидкість у потоку, вони мають абразивні властивості та здібності до проникнення у будь-які шпарини АС, створюють стійкі накопичення, що є елементом зони присутності твердого типу, для якої поверхнею базування є поверхня АС. Ще однією властивістю є кінцева твердість елементів пилу (порошків), що потрібно враховувати при аналізі впливу фармакологічних засобів на організм БО. Так, наприклад, пил з окису кремнію (SiO_2), що має ледве не максимальну твердість у порівнянні з корундовою (Al_2O_3) або алмазною (С), які мають менше поширення. Тим не менш SiO_2 доволі часто застосовують у фармакологічних засобах, призначених для внутрішнього застосування, зокрема жарознижуючих ліках.

У порівнянні з ними, наприклад, звичайна крейда (CaCO_3) є дуже м'якою, а порошок тальку ($\text{Mg}_3[(\text{OH})_2\text{Si}_4\text{O}_{10}]$) взагалі має найнижчі значення твердості. Але водночас необхідно оцінювати їх хімічний вплив на метаболічні процеси БО, БТО з огляду на тривалість часу існування зони присутності цих речовин до повного виводу з організму. Сюди також потрібно віднести й органічні сполуки, які утворюють зони присутності БО, наприклад шкіри, волосся, кісток тощо.

По-друге, це невеликі молекулярні сполуки, які являють собою блоки молекул, котрі не можуть бути ідентифікованими як пил, з одного боку, але й не можуть бути прийнятими за окрему молекулу. Зазвичай активність цієї фракції набагато вища за попередню з огляду на хімічний склад, але має меншу абразивність. Тобто залежно від аеро- та гідродинамічних умов свого існування

вони мають вплив на хімічні реакції, зокрема абразивність. Якщо ця фракція виокремлюється однією АС для позначення своєї зони присутності, то для іншої це може мати вкрай негативні наслідки. Як приклад, можна навести реакції живого організму на екстремальні ситуації – виділення секреторних речовин тощо.

По-третє, це елементарні хімічні сполуки, які не мають властивостей абразивності, але є дуже активними у хімічних реакціях. У першу чергу, це високоактивні гази – кисень (O_2), хлор (Cl_2), фтор (F_2) тощо, які активно вступають у хімічні реакції, створюючи нові хімічні сполуки (оксиди, хлориди тощо). По-друге, низка газів, що активно вступають у реакції горіння – водень (H_2), метан (CH_4), сірководень (H_2S) тощо, а по-третє, низка металів та металоїдів, як то сірка (S), мідь (Cu), золото (Au).

Як вже згадано вище, ця зона повністю підпорядкована законами аеро- та гідродинаміки, але, коли відсутні сили, діючі у аерогідродинамічному просторі, на цю зону має великий вплив електростатичні сили, а також сили магнітного поля та гравітація. Водночас, на цю ЗП діє акустична хвиля, яка утворює ущільнення у загальному аерогідродинамічному просторі. Оскільки маса частинок є дуже малою, на них має великий вплив тиск квантів світлового випромінювання. Як наслідок, маємо низку сил, які діють на окремо визначену частинку ЗП. До того ж кожна з них рухається у напрямку дії результуючої сили, яка визначається перевагою тієї чи іншої польової структури у загальному підсумку. Зона має дуже велике розповсюдження, як серед неживих, так і серед живих об'єктів. Так, наприклад, ця зона широко використовується живим організмом (людини, тварини) при сповіщенні про свій генетичний код виділенням феромонів (запаху) на великій відстані до 10 м).

Оскільки вище розглянуто основні феноменологічні засади побудови зони присутності, необхідно визначити, де саме знаходиться поверхня розподілу між зоною присутності та панданною зоною (ПЗ).

2.3. Аналітичні моделі абстрактного об'єкту. Спектральні функції взаємодії об'єкту із навколишнім середовищем

Абстрактна сутність як широке узагальнення будь якого об'єкту, який має цілком конкретний опис своїх властивостей, являє собою багатопараметричну систему. До того ж, зв'язок існує між усіма параметрами, створюючи статичні та динамічні флуктуації, які призводять до появи низки властивостей, що не характерні для певної з обраних. Так, наприклад, нерухомий електростатичний заряд має навколо себе властивість утворення електростатичного поля. Але його зв'язок із властивістю руху АС у просторі створює властивості електричного струму і, як наслідок, усі властивості магнітного поля. Тобто кожний елементарний фізично-хімічний, біологічний тощо закон F створює низку ще більш елементарних законів $(f_1, f_2, \dots, f_i, \dots, f_m)$. У підсумку така низка споріднених елементарних законів може складати головний елементарний, тобто:

$$F = f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_i + \dots + f_n. \quad (2.108)$$

До того ж усі ці найелементарніші закони мають характер скалярних та векторних полів у просторі яких існує абстрактна сутність. Окрім того, будь-який з цих елементарних законів має свій спектр, тобто:

$$f_i \Rightarrow S_i(\omega). \quad (2.109)$$

Аргумент ω функції має спільний характер не тільки для окремо визначеного закону, а для всієї абстрактної функції взагалі.

Розходження може бути лише у фазі, але невелике, тому що загальні об'єднуючі функції будуть створювати ефект нівелювання у межах АС, якщо вважати, що АС може бути описаною через елементарні закони.

Таким чином, один елементарний закон має опис через матрицю (2.110), яка вказує на функційний зв'язок часткових законів у межах одного елементарного закону. Проте сам по собі цей вираз надає лише уособлений опис процесів у масі АС без урахування впливу зовнішніх чинників.

$$\mathbf{Q}(F) = \begin{vmatrix} f_{11} & f_{12} & f_{13}\dots & f_{1n} \\ f_{21} & f_{22} & f_{23}\dots & f_{2n} \\ f_{31} & f_{32} & f_{33}\dots & f_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_{m1} & f_{m2} & f_{m3}\dots & f_{mn} \end{vmatrix}. \quad (2.110)$$

Якщо ми уявимо, що існує деяка зовнішня фізично-хімічна, біологічна тощо сила \mathbf{Z} , яка має прямий вплив на закон \mathbf{F} , то

$$\mathbf{Z} = \mathbf{Z}_1 + \mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_3 + \dots + \mathbf{Z}_i + \dots + \mathbf{Z}_n. \quad (2.111)$$

Як наслідок з (2.109) і (2.111), можемо стверджувати, що

$$\mathbf{Z}_i \Rightarrow S_i(\omega)_z. \quad (2.112)$$

Такий спектр $S_i(\omega)_z$ може бути досить широким і набагато ширшим за $S_i(\omega)_f$, але поглинання енергії та взаємодія будуть відбуватися саме у цьому спектральному діапазоні. Залишки поза межами цього діапазону або не сприймаються АС, або руйнують її. Взагалі, вибіркова дія має дуже обмежений комплексний характер.

У підсумку на будь-яку АС (БТО) діє комплекс зовнішніх сил, які можна відобразити як

$$\mathbf{Q}(F) = \begin{vmatrix} \mathbf{Z}_{11} & \mathbf{Z}_{12} & \mathbf{Z}_{13}\dots & \mathbf{Z}_{1n} \\ \mathbf{Z}_{21} & \mathbf{Z}_{22} & \mathbf{Z}_{23}\dots & \mathbf{Z}_{2n} \\ \mathbf{Z}_{31} & \mathbf{Z}_{32} & \mathbf{Z}_{33}\dots & \mathbf{Z}_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mathbf{Z}_{m1} & \mathbf{Z}_{m2} & \mathbf{Z}_{m3}\dots & \mathbf{Z}_{mn} \end{vmatrix}. \quad (2.113)$$

Взаємодія між внутрішніми та зовнішніми законами призводить до появи зони присутності та низки елементарних законів, які її утворюють, тобто, як наслідок елементарний закон \mathbf{P} буде мати опис

$$\mathbf{P} = \mathbf{p}_1 + \mathbf{p}_2 + \mathbf{p}_3 + \dots + \mathbf{p}_i + \dots + \mathbf{p}_n \quad (2.114)$$

та

$$\mathbf{P}_i \Rightarrow S_i(\omega)_p, \quad (2.115)$$

і, як наслідок,

$$\mathbf{Q}(P) = \begin{vmatrix} \mathbf{p}_{11} & \mathbf{p}_{12} & \mathbf{p}_{13} \cdots & \mathbf{p}_{1n} \\ \mathbf{p}_{21} & \mathbf{p}_{22} & \mathbf{p}_{23} \cdots & \mathbf{p}_{2n} \\ \mathbf{p}_{31} & \mathbf{p}_{32} & \mathbf{p}_{33} \cdots & \mathbf{p}_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \mathbf{p}_{m1} & \mathbf{p}_{m2} & \mathbf{p}_{m3} \cdots & \mathbf{p}_{mn} \end{vmatrix}. \quad (2.116)$$

У підсумку маємо математичну модель елементарної АС, тобто

$$\mathbf{Q}(F) + \mathbf{Q}(Z) = \mathbf{Q}(P). \quad (2.117)$$

При розгляді більш складних абстрактних сутностей необхідно розглядати кожен із матриць (2.113), (2.116) як елементарну в загальному комплексі АС.

Як наслідок, загальний закон існування АС сформулювався як

$$\mathbf{Q}_F + \mathbf{Q}_Z = \mathbf{Q}_P. \quad (2.118)$$

Виходячи з усього сказаного вище, можна дійти низки висновків, які пояснюють існування АС як такої.

По-перше, АС, зовнішнє середовище та зона присутності АС нерозривно пов'язані між собою цілою низкою фізичних законів.

По-друге, якщо матриця зовнішнього середовища практично зникає, тобто $\mathbf{Q}_Z \rightarrow 0$, АС все одно виробляє зону присутності власною внутрішньою енергетикою. Така ситуація продовжується до того моменту, поки АС не використає всі свої внутрішні резерви, після чого починається

неконтрольований розпад маси (дія фантому брукху) [40, 48]. Матриця зовнішнього впливу (\mathbf{Q}_Z) просто принципово не може дорівнювати нулю. Навіть у випадку повного вакууму, який має свої закони взаємодії. У цьому випадку будь-яка матриця \mathbf{Q}_F просто розчинятиметься у матриці \mathbf{Q}_Z . Таким чином, якщо це є обмежений об'єм простору, то АС переходить у новий стан, коли \mathbf{Q}_F та \mathbf{Q}_Z об'єднуються в одне ціле. У такому випадку цей об'єм, якщо він існує в певному іншому просторі, від якого він відрізняється за фізичними параметрами, стає новою АС, і так до нескінченності.

По – третє, будь-яка АС може бути знайденою лише завдяки своїм відмінностям у параметрах від навколишнього середовища, тобто \mathbf{Q}_Z . Для того, щоб знайти АС у просторі, необхідно в цей простір внести відчутник, який має свій матричний опис. Тоді

$$\mathbf{Q}_{FB} + \mathbf{Q}_{ZB} = \mathbf{Q}_{PB}. \quad (2.119)$$

Але для того, щоб зареєструвати АС у просторі, відчутник повинен взаємодіяти хоча б із будь-яким законом за (2.118). Як наслідок такої взаємодії порушується рівновага у (2.119). Тобто необхідно вирішувати блок рівнянь

$$\begin{cases} \mathbf{Q}_F + \mathbf{Q}_Z = \mathbf{Q}_P \\ \mathbf{Q}_{FB} + \mathbf{Q}_{ZB} = \mathbf{Q}_{PB} \end{cases} \quad (2.120)$$

Отже, як наслідок ми маємо взаємодію двох АС, а не реєстраційних параметрів однієї з них. Мало того, внесений у зону присутності відчутник буде однозначно спотворювати її і, як наслідок, ми отримуємо непевні результати. Зворотні дії, тобто виведення відчутника із зони вимірювання АС, полишає спотворення функцій у \mathbf{Q}_F .

По-третє, всі енергетичні взаємодії між сутностями відбуваються у межах зони присутності, тобто матриці \mathbf{R}_P . Зона присутності у цьому випадку працює як система попереднього (передбачуваного) захисту від зовнішніх агресивних дій. Енергетичний потік зони присутності виробляється АС тільки у тому

випадку, якщо він їй потрібен. Звідсіля є наслідковий закон: зона присутності, яка не взаємодіє із навколишнім простором, абстрактною сутністю не виробляється.

2.4. Спектральні властивості абстрактної сутності

У попередніх розділах ми розглянули деякі особливості побудови АС, а саме узагальнений принцип зв'язку між фізичними (тощо) законами у межах обмеженого об'єму об'єкту. Наразі кожний з таких законів (2.120) має не тільки типові для себе розгалуження, але і спектр, який їх супроводжує. Наразі цю ситуацію можна відобразити наступним чином (рис. 2.27).

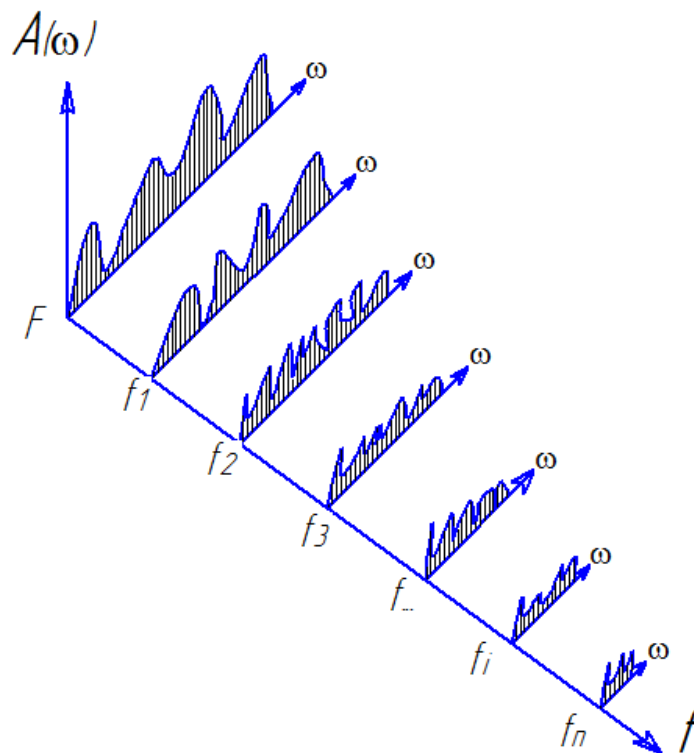


Рисунок 2.27 - Загальна спектральна характеристика абстрактної структурної сутності

Загальна спектральна характеристика абстрактної структурної сутності визначається деякими особливостями побудови АС, а саме узагальненим

принципом зв'язку між фізичними (тощо) законами у межах обмеженого об'єму об'єкту. Наразі кожний із таких законів (2.120) має не тільки типові для себе розгалуження, але й спектр, який їх супроводжує.

Кожна складова цього спектру може бути відображеною другорядним спектром від основної функції $\bar{\mathbf{F}}$. Усі ці спектральні характеристики є взаємопов'язаними у суцільний ланцюг, де зміна хоча б одного параметру (елементарного закону) впливає на сусідні.

Як вже згадувалося вище, функція зовнішнього впливу \mathbf{Q}_Z може лише наближатися до нуля, але ніколи не може досягти цього рівня. Тобто, функція \mathbf{F} є стабільною на певному відрізку часу ($t = 0$), а отже має лише миттєве значення спектру. Водночас, кожний член послідовності (2.108) можна розглядати як елементарний пріоритет функцій \mathbf{F} , тобто

$$\Delta F = f_i - f_{i-1}. \quad (2.121)$$

Як наслідок маємо можливість розглядати спектр f_i

$$A_f(\omega)_i = \int_0^\omega f_i(\omega) d\omega = S_f(\omega)_i, \quad (2.122)$$

а спектр \mathbf{F} як

$$A_F(\omega) = \int_0^{f_n} \int_0^\omega f_i(\omega) d\omega = S_F(\omega). \quad (2.123)$$

Як наслідок отримуємо спектральну матрицю

$$S_F(\omega) = \begin{vmatrix} S_f(\omega)_{11} & S_f(\omega)_{12} & S_f(\omega)_{13} \dots & S_f(\omega)_{1n} \\ S_f(\omega)_{21} & S_f(\omega)_{22} & S_f(\omega)_{23} \dots & S_f(\omega)_{2n} \\ S_f(\omega)_{31} & S_f(\omega)_{32} & S_f(\omega)_{33} \dots & S_f(\omega)_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ S_f(\omega)_{m1} & S_f(\omega)_{m2} & S_f(\omega)_{m3} \dots & S_f(\omega)_{mn} \end{vmatrix}. \quad (2.124)$$

Розглядаючи цю ситуацію відносно зовнішньої функції Z , отримуємо наступну низку залежностей (рис. 2.28).

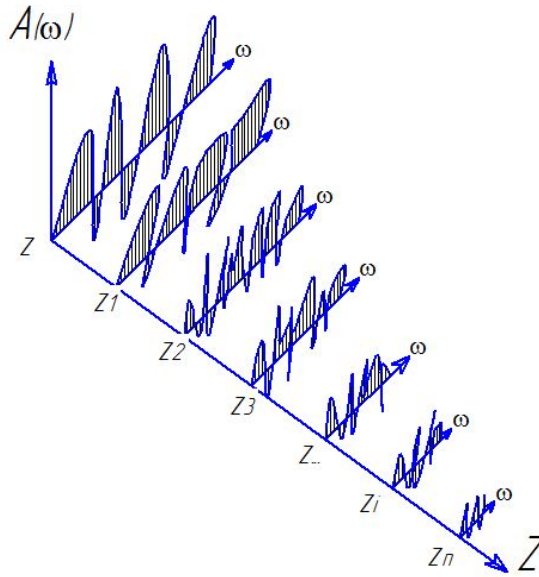


Рисунок 2.28 - Загальна спектральна характеристика зовнішньої дії на абстрактну сутність

Загальна спектральна характеристика зовнішньої дії на АС

$$\Delta Z = Z_i - Z_{i-1}. \quad (2.125)$$

$$A_z(\omega)_i = \int_0^{\omega} Z_i(\omega) d\omega = S_z(\omega)_i, \quad (2.126)$$

$$A_z(\omega) = \int_0^{Z_n} \int_0^{\omega} Z_i(\omega) d\omega = S_z(\omega). \quad (2.127)$$

Отримуємо відповідну матрицю для функції $S_z(\omega)$

$$S_z(\omega) = \begin{pmatrix} S_z(\omega)_{11} & S_z(\omega)_{12} & S_z(\omega)_{13} \dots & S_z(\omega)_{1n} \\ S_z(\omega)_{21} & S_z(\omega)_{22} & S_z(\omega)_{23} \dots & S_z(\omega)_{2n} \\ S_z(\omega)_{31} & S_z(\omega)_{32} & S_z(\omega)_{33} \dots & S_z(\omega)_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_z(\omega)_{m1} & S_z(\omega)_{m2} & S_z(\omega)_{m3} \dots & S_z(\omega)_{mn} \end{pmatrix}. \quad (2.128)$$

При розгляді зони присутності маємо аналогічний випадок (рис. 2.29)

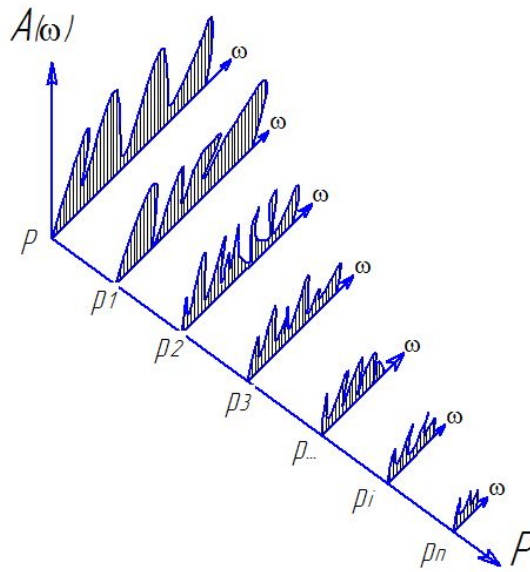


Рисунок 2.29 - Загальна спектральна характеристика зони присутності

Таким чином

$$\Delta P = p_i - p_{i-1}. \quad (2.129)$$

$$A_p(\omega)_i = \int_0^{\omega} p_i(\omega) d\omega = S_p(\omega)_I, \quad (2.130)$$

$$A_p(\omega) = \int_0^{Zn} \int_0^{\omega} p_i(\omega) d\omega = S_p(\omega). \quad (2.131)$$

Як наслідок, отримуємо відповідну функцію матриці $S_p(\omega)$:

$$S_p(\omega) = \begin{vmatrix} S_p(\omega)_{11} & S_p(\omega)_{12} & S_p(\omega)_{13} \dots & S_p(\omega)_{1n} \\ S_p(\omega)_{21} & S_p(\omega)_{22} & S_p(\omega)_{23} \dots & S_p(\omega)_{2n} \\ S_p(\omega)_{31} & S_p(\omega)_{32} & S_p(\omega)_{33} \dots & S_p(\omega)_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ S_p(\omega)_{m1} & S_p(\omega)_{m2} & S_p(\omega)_{m3} \dots & S_p(\omega)_{mn} \end{vmatrix} \quad (2.132)$$

Простий математичний аналіз вище розглянутої ситуації стосовно спектрів доводить, що сума спектрів підкоряється залежності (2.108), тобто

$$S_F(\omega) + S_z(z) = S_p(\omega). \quad (2.133)$$

Знов таки необхідно зауважити, що рівняння (2.133) виправдовує себе за умови, що $t \rightarrow 0$.

2.5. Дослідження стабільності у часі спектральної функції об'єкту під дією зовнішніх подразників. Динамічний стан абстрактного об'єкту

У попередньому розділі ми розглянули статичний стан АС, тобто ті значення її параметрів, які вона отримує у якийсь фіксований момент часу.

У реальній ситуації АС постійно знаходиться у русі та визначитися за координатами у широкому сенсі практично неможливо, якщо ми орієнтуємося на абсолютну систему координат.

У такому випадку, орієнтуючись на вираз F_y (2.108), маємо низку функцій, які мають плинний характер. У своїй основі кожна елементарна функція f_i залежна від низки змінних, тобто

$$f_i = f_i(x, y, z, u, \dots t). \quad (2.134)$$

До того ж, всі часткові похідні

$$\frac{\partial f_i}{\partial x} dx, \frac{\partial f_i}{\partial y} dy, / \dots \frac{\partial f_i}{\partial t} dt \quad (2.135)$$

є неперервними (плинними) у точці з координатами $(x, y, z, u, \dots t)$.

У такому випадку повний приріст функції буде становити:

$$\frac{\partial f_i}{\partial x} dx + \frac{\partial f_i}{\partial y} dy + \dots + \frac{\partial f_i}{\partial t} dt \quad (2.136)$$

Орієнтуючись на (2.136), диференціал матриці (2.110) прийме наступний вигляд:

$$dm(F) = \begin{vmatrix} df_{11} & df_{12} & df_{13}... & df_{1n} \\ df_{21} & df_{22} & df_{23}... & df_{2n} \\ df_{31} & df_{32} & df_{33}... & df_{3n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ df(\omega)_{m1} & df(\omega)_{m2} & df(\omega)_{m3}... & df(\omega)_{mn} \end{vmatrix} \quad (2.137)$$

Аналогічно до попередньо вказаного, зовнішня дія буде мати вигляд:

$$\frac{\partial z_i}{\partial x} dx + \frac{\partial z_i}{\partial y} dy + \frac{\partial z_i}{\partial z} dz... + \frac{\partial z_i}{\partial t} dt . \quad (2.138)$$

Користуючись попередньою методикою, отримуємо аналогічний диференціал матриці (2.113), який набуває наступного вигляду

$$dm(Z) = \begin{vmatrix} dz_{11} & dz_{12} & dz_{13}... & dz_{1n} \\ dz_{21} & dz_{22} & dz_{23}... & dz_{2n} \\ dz_{31} & dz_{32} & dz_{33}... & dz_{3n} \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ . & . & . & . \\ dz_{m1} & dz_{m2} & dz_{m3}... & dz_{mn} \end{vmatrix} \quad (2.139)$$

Диференціал зони присутності за i -тим параметром буде мати наступний вигляд:

$$dp_1 = \frac{\partial z_i}{\partial x} dx + \frac{\partial z_i}{\partial y} dy + \frac{\partial z_i}{\partial z} dz... + \frac{\partial z_i}{\partial t} dt . \quad (2.140)$$

Водночас диференціал матриці зони присутності має наступний вираз, який відповідає за параметри досліджуваного абстрактного БТО як сутності та фізичних процесів, що відбуваються в його масі, та при взаємодіях з навколишнім середовищем, тобто хімічні речовини, впливи фізичних полів технічного обладнання:

$$dm(P) = \begin{vmatrix} dp_{11} & dp_{12} & dp_{13}\dots & dp_{1n} \\ dp_{21} & dp_{22} & dp_{23}\dots & dp_{2n} \\ dp_{31} & dz_{32} & dp_{33}\dots & dp_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ dp(\omega)_{m1} & dz(\omega)_{m2} & dz(\omega)_{m3}\dots & dz(\omega)_{mn} \end{vmatrix} \quad (2.141)$$

При розгляді більш складних ситуацій існування абстрактних сутностей, вирази (2.139), (2.140) та (2.141) будуть приймати вигляд:

$$dM_f = \begin{vmatrix} dm(F)_{11} & dm(F)_{12} & dm(F)_{13}\dots & dm(F)_{1n} \\ dm(F)_{21} & dm(F)_{22} & dm(F)_{23}\dots & dm(F)_{2n} \\ dm(F)_{31} & dm(F)_{32} & dm(F)_{33}\dots & dm(F)_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ dm(F)_{m1} & dm(F)_{m2} & dm(F)_{m3}\dots & dm(F)_{mn} \end{vmatrix}, \quad (2.142)$$

$$dM_z = \begin{vmatrix} dm(Z)_{11} & dm(Z)_{12} & dm(Z)_{13}\dots & dm(Z)_{1n} \\ dm(Z)_{21} & dm(Z)_{22} & dm(Z)_{23}\dots & dm(Z)_{2n} \\ dm(Z)_{31} & dm(Z)_{32} & dm(Z)_{33}\dots & dm(Z)_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ dm(Z)_{m1} & dm(Z)_{m2} & dm(Z)_{m3}\dots & dm(Z)_{mn} \end{vmatrix}, \quad (2.143)$$

$$dM_P = \begin{vmatrix} dm(P)_{11} & dm(P)_{12} & dm(P)_{13}\dots & dm(P)_{1n} \\ dm(P)_{21} & dm(P)_{22} & dm(P)_{23}\dots & dm(P)_{2n} \\ dm(P)_{31} & dm(P)_{32} & dm(P)_{33}\dots & dm(P)_{3n} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ dm(P)_{m1} & dm(P)_{m2} & dm(P)_{m3}\dots & dm(P)_{mn} \end{vmatrix}. \quad (2.144)$$

Отже, рівняння (2.144) в стані динаміки приймає наступний вигляд:

$$dM_F + dM_Z = dM_p \quad (2.145)$$

Вирішити це рівняння на сьогодні не є можливим у жоден спосіб. Є можливість лише часткового вирішення при скороченні матриць на строки та стовпці, водночас отримуються мініматриці зниженого рангу. Досить добрим прикладом тут може бути вирішення задач стосовно чотириполюсника у електротехніці [49]. У цьому випадку матриця скорочується мінімально можливого рівня, тобто дві строки та два стовпці. При цьому орієнтація йде лише на електричні параметри при відсіканні геометричних властивостей елементів та їх взаємодію із гравітаційними, електричними, магнітними полями та відносним рухом абстрактної сутності.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

1. Обґрунтовано загальну концепцію взаємодії біологічних і біотехнічних об'єктів на засадах спектрального аналізу зон їх присутності.
2. Створено теоретичне підґрунтя побудови аналітичних моделей існування та життєдіяльності біологічних і біотехнічних об'єктів, яке надає можливість сформулювати фізико-хімічні та технічні аспекти існування абстрактної сутності.
3. Обґрунтовано базові поняття існування абстрактної сутності, створено моделювання виникнення та побудови абстрактної сутності, тобто БО, БТО, ТО, ПО, та її параметри.
4. Розглянуто процеси утворення об'єму біотехнічних об'єктів як абстрактної сутності та їх енергетичні характеристики обміну через поверхню як основного засобу спілкування сутності із зовнішніми подразниками.
5. Обґрунтовано інформаційні властивості панданних зон біологічних і біотехнічних об'єктів як абстрактної сутності та аналітично визначено критичні обмеження панданної зони об'єкта, що необхідно для побудови нової інформаційної технології діагностики та лікування.
6. Проведено аналітичне моделювання спектральної функції взаємодії абстрактної сутності із навколишнім середовищем та досліджено залежності стабільності у часі спектральної функції БТО під дією зовнішніх подразників.

РОЗДІЛ 3

ЗАГАЛЬНІ АНАЛІТИЧНІ МОДЕЛІ ФАРМАКОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ. ОСНОВНІ ЗАСАДИ ВЗАЄМОДІЇ ЗОВНІШНІХ ПОДРАЗНИКІВ ПРИ ВПЛИВІ НА БІОТЕХНІЧНІ ОБ'ЄКТИ

При проведенні інтенсивної терапії та інших методів лікування іноді спостерігається схильність до розвитку ускладнень, в тому числі і внаслідок взаємодії лікарських засобів. Оскільки таким хворим зазвичай призначають величезну кількість ліків, то ймовірність їх небажаних взаємодій набагато вище. Інші чинники розвитку ускладнень терапії: тяжкість основного захворювання, розвиток поліорганної недостатності, вік хворого, кількість призначуваних препаратів і тривалість госпіталізації. На сьогодні в освіті фахівців інтенсивної терапії та інших медичних спеціалізацій існує істотний недолік у знаннях в галузі клінічної фармакології та взаємодії лікарських засобів [50]. Знаючи про те, які можуть бути взаємодії між препаратами, що призначаються, лікар може уберегти себе і пацієнта від небажаних наслідків, забезпечити безпечне оптимальне лікування. Це необхідно також виявляти при проведенні сумісних інтегрованих методів лікування із застосуванням фармакологічних речовин та впливу фізичними полями від технічного обладнання.

3.1. Засади взаємодій лікувальних засобів із біологічними та біотехнічними об'єктами

Надалі ми наступні вирази сприймаємо як засадні стосовно розгляду взаємодії лікувальних засобів із біологічними та біотехнічними об'єктами.

Взаємодія лікарських засобів - це зміна фармакологічної дії або його сили одного препарату при одночасному призначенні іншого препарату. Це може призвести або до посилення, або до ослаблення дії препарату, появи токсичності одного або обох препаратів.

У традиційному сенсі лікарські речовини (ліки) як об'єкт є препаратом, який змінює дію в межах БТО. Ліки як чинник є препаратом, після призначення якого змінилася дія об'єкту. Механізмів взаємодії лікарських засобів є дуже багато. Існують дві основні їх класифікації: фармакокінетична та фармакодинамічна.

Фармакокінетичні взаємодії - зміна однієї або декількох характеристик об'єкта : усмоктування , розподілу , метаболізму або екскреції . Типи взаємодії зазвичай визначаються наступними параметрами : концентрація в сироватці, час напівжиття, поєднання із білками, кількість у крові вільного препарату, швидкість і кількість препарату.

Фармакодинамічні взаємодії - це зміна реакції організму хворого на об'єкт. Синергізм або антагонізм двох лікарських засобів - ось причина такого роду взаємодій .

Взаємодії, що змінюють всмоктування лікарських засобів, зазвичай не призводять до клінічно значущих побічних або токсичних дій, проте зрідка впливають на фармакокінетичні параметри. Можливість клінічно значущих ефектів зростає, якщо препарат має короткий період напівжиття або для досягнення його терапевтичної активності потрібне швидке досягнення пікової концентрації в плазмі, це, наприклад , вірно для анальгетиків і снодійних засобів. Препарати із довгим часом напівжиття зазвичай ніяк не змінюють своїх властивостей при змінах всмоктування, поки не буде значно змінена біодоступність. Істотне зниження біодоступності може спричинити клінічно значущі зміни внаслідок втрати концентрації препарату.

Часто призначаються пацієнтам при інтенсивній терапії деякі ліки, наприклад антациди, що можуть зробити істотний вплив на препарати, які дають пацієнтові. Антациди утворюють із лікарськими речовинами нерозчинні комплекси, або хелати. Цих видів взаємодії можна уникнути, якщо між прийомом лікарських препаратів зробити проміжок не менше 4 годин. Нещодавно проведене дослідження показало, що біодоступність

левофлоксацину суттєво знижується, якщо його приймають одночасно з сукралфатом. Якщо між прийомами препаратів проходить дві години, то спостерігається тільки невелике зниження абсорбції. Неможливо забувати про здатність їжі, в тому числі і сумішей для ентерального харчування, викликати взаємодії та знижувати абсорбцію.

Зниження абсорбції ліків - об'єкта внаслідок дії іншого препарату або їжі може вплинути на абсорбцію, зв'язування або призвести до утворення хелатів. Зміни моторики шлунково-кишкового тракту можуть приводити або до прискорення, або до уповільнення всмоктування лікарських препаратів, проте рідко впливають на кількість препарату, що всмоктався. У більшості випадків, зміни моторики не викликають клінічно значущих взаємодій. Розподілення часу прийому препаратів зазвичай не дозволяє запобігти системній взаємодії.

Зміни концентрації препаратів, що вводяться інвазивно у вену, зазвичай трапляються при несумісності лікарських засобів, наприклад, при утворенні нерозчинного осаду або втрати активності лікарської речовини в розчині для ін'єкції, який ще навіть не ввели пацієнтові. Більшість антибіотиків та інших препаратів для внутрішньовенного введення починають руйнуватися в присутності інших лікарських засобів, так як змінюється рН розчину або інші хімічні зміни. У пацієнтів можуть спостерігатися зміни всмоктування препаратів, що вводяться внутрішньом'язово, підшкірно, тощо з - за гемодинамічних зрушень, змін нормального кровотоку.

Тому для формування оптимальних режимів впливу лікарських засобів на організм БО, БТО необхідно створення нових підходів до їх застосування у клінічній практиці з огляду на побудову аналітичних моделей взаємодій лікувальних засобів із біологічними структурами.

3.2. Загальна аналітична модель спектральної функції. Первинна класифікація лікарських засобів за ознаками спектральної функції

Визначення та класифікація лікарських засобів у традиційному сенсі – це

речовини, що мають біологічну активність, є отриманими на основі одного або декількох лікарських субстанцій і допоміжних речовин, і дозволені до застосування при лікуванні, анестезії, профілактиці та діагностиці захворювань тощо, та мають здатність впливати на функції організму або на психічний стан.

Згідно існуючих наразі традиційних медичних та хімічних визначень до лікарських засобів відносяться:

1) фармакологічні засоби як речовини або суміш речовин у певній лікарській формі із встановленою фармакологічною активністю, які є об'єктами клінічних випробувань;

2) лікарські препарати, що визначені як дозовані лікарські речовини в адекватній до індивідуального застосування лікарській формі, оптимальному оформленні, зі стандартним складом і незмінною назвою, що забезпечені маркуванням, а також і анотацією про властивості та їх клінічного застосування.

Цікавою групою є супутня парафармацевтична продукція, котра визначена як харчові та аналогічні товари, що містять біологічно активні речовини, а також мають лікувально-профілактичні ефекти, підтверджені фармакологічними випробуваннями. До парафармацевтичної продукції віднесені лікувально-косметичні товари, не призначені для декоративних цілей; мінеральні води; дієтичне та дитяче харчування; засоби для захисту рослин від хвороб і шкідників; засоби санітарії та гігієни для тварин тощо.

Наразі традиційно усі лікарські засоби групуються за наступними принципами:

1. Терапевтичне застосування, наприклад, препарати для лікування пухлин, зниження артеріального тиску, протимікробні тощо.
2. Фармакологічна дія, тобто досягнення потрібного ефекту, наприклад анальгетики, що знижують відчуття болю, спазмолітики, що ліквідують спазми судин.

3. Хімічний склад, тобто групи лікарських препаратів, які отримані на основі однієї речовини та схожі за складом, наприклад саліцилати.
4. Нозологічний принцип, тобто ряд різних лікарських препаратів, які застосовують для лікування виключно конкретного захворювання.

В основу хімічної класифікації покладено поєднання згідно хімічної структури лікарських речовин, тобто близькі за хімічною структурою лікарські речовини можуть чинити різні ефекти з огляду на взаємодію із живим організмом.

Застосована наразі фармакологічна класифікація є комбінованою. Відповідно до цієї класифікації лікарські засоби поділяються на розряди - великі блоки, відповідні системі організму, на яку діє лікарський засіб, наприклад лікарські засоби, що діють на серцево-судинну систему, центральну нервову систему і т.д. Розряди поділяються на класи. Клас визначає характер фармакологічної дії лікарського засобу. Таким чином, фармакологічна класифікація має багатоступеневий характер.

Усі вищезначені класифікації є виключно спрямованими на конкретну продукцію, тобто хімічну, біологічну, біологічно активні речовини, лікувально-косметичну тощо. Як наслідок, ці класифікації є заангажовані, тому що вони кожна з себе являє функцію спектру $S(\omega)$ згідно (розділу 2). Отже, така консервативність при побудові класифікації призводить до того, що вона має вкрай обмежене застосування, тобто застосування подібної класифікації для інших напрямків існування біохімічних, біотехнічних об'єктів є неприйнятним. Окрім того, не враховуються лікарські засоби, які мають походження фізичних випромінювань, тобто ті, що мають визначений ефект впливу на біологічні структури організму, наприклад при лікуванні, профілактиці та діагностиці. Проте подібні чинники наразі мають дуже вагомий роль у практичній медицині. Таким чином, необхідна загальна об'єднуюча теорія, яка полягала б в тому, щоб відсторонитись від усіх вторинних класифікацій і зосередитись на дійсно первинних чинниках зовнішнього впливу (функція Z) для визначення фізико-

математичного підґрунтя напрямку впливу на БО (БТО). Саме такий напрямок досліджень вказує на те, що кількість класифікаційних ознак є вкрай обмеженою і кожна із них має аналітичне підґрунтя.

Загальна аналітична модель спектральної функції лікувального засобу є приватний випадок загальної аналітичної моделі АС (п.р. 2.3, 2.4). Тому наразі необхідно розглянути теоретичне підґрунтя, яке надає аналітичні засади первинної класифікації лікувальних засобів за спектральними функціями. Отже, будь-яка лікувальна дія на організм має цілком визначений напрямок впливу на ту чи іншу частину, систему БО (БТО). Якщо відкинути усі вторинні ознаки, то, орієнтуючись виключно на дію як на фізико-механічну, біохімічну або біологічну дію (конкретна хімічна формула фармакологічної речовини), то у кінцевому випадку необхідно констатувати той факт, що залежно від спектральної ширини існує низка взаємодій із БО (БТО). Водночас, якщо ми це уявимо як низку зовнішніх дій згідно (п.р. 2.3), то маємо можливість розглянути три наступні варіанти (для спрощення математичного опису будемо вважати, що наша зовнішня дія має опис через функцію Z_3).

Згідно першого варіанту лікувальний засіб діє у дуже високому спектральному діапазоні і має високу якість впливу на організм БТО. Сюди необхідно віднести лазерне випромінювання або введення ліків за допомогою шприців, катетерів. Тобто йдеться про крапковану фізичну дію. Водночас функція зовнішньої лікувальної дії $Z_L(I)$ набуває вигляду

$$Z_L(I) = 0 + 0 + Z_3 + \dots + 0 + \dots + 0. \quad (3.1)$$

За другим варіантом якість дії лікувального засобу є більш слабкою, хоча і напрямок її дії спрямований на конкретну частину, систему організму БО (БТО). Зазвичай це різні фармакологічні речовини, які впливають не лише на стан конкретного органу або системи організму, але і на сусідні. У цьому випадку функція Z_3 матиме вплив на сусідні функції Z_2 та Z_4 і як наслідок, отримуємо дію у межах певної зони, тобто

$$\mathbf{Z}_L(\Pi) = \mathbf{0} + \mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_3 + \mathbf{Z}_4 + \dots + 0 + \dots + 0. \quad (3.2)$$

За третім варіантом лікувальний засіб має широкий спектр дії як, наприклад, загально тонізуючі ліки тощо і, як наслідок,

$$\mathbf{Z}_L(\Pi) = \mathbf{Z}_1 + \mathbf{Z}_2 + \mathbf{Z}_3 + \dots + \mathbf{Z}_i + \dots + \mathbf{Z}_n. \quad (3.3)$$

За аналогією дії АС (п. 2.4) лікувальний засіб як комплекс зовнішньої дії для функції $\mathbf{Z}_L(\Pi)$ може бути описаним через матрицю

$$\mathbf{Q}_I(F) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 \dots & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{z}_{33} \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 \dots & 0 \end{vmatrix}. \quad (3.4)$$

Для лікувального засобу другого типу $\mathbf{Z}_L(\Pi)$ функція зовнішньої дії набуває вигляду (в першому варіанті)

$$\mathbf{Q}'_{II}(F) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{z}_{23} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{z}_{32} & \mathbf{z}_{33} & \mathbf{z}_{34} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{z}_{43} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \mathbf{z}_{m3} & 0 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix}, \quad (3.5)$$

а у другому варіанті аналітичного опису лікувального засобу другого типу функція зовнішньої дії має такий вигляд, коли, наприклад, для функції \mathbf{z}_{33} необхідно розглядати матрицю, яка складається з одного стовбця та однієї строки, які перехреснюються на цій функції, отже, має вигляд

$$\mathbf{Q}_{\text{II}}''(F) = \begin{vmatrix} \mathbf{z}_{11} & 0 & 0 & 0 & \mathbf{z}_{15} & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{z}_{22} & 0 & \mathbf{z}_{24} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{z}_{33} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{z}_{42} & 0 & \mathbf{z}_{44} & 0 & \dots & 0 \\ \mathbf{z}_{51} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & \mathbf{z}_{mn} \end{vmatrix}. \quad (3.6)$$

Для лікувального засобу третього типу $\mathbf{Z}_L(\text{III})$ функція зовнішньої дії набуває вигляду

$$\mathbf{Q}_{\text{III}}(F) = \begin{vmatrix} 0 & 0 & \mathbf{z}_{13} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{z}_{22} & \mathbf{z}_{23} & \mathbf{z}_{24} & 0 & \dots & 0 \\ \mathbf{z}_{31} & \mathbf{z}_{32} & \mathbf{z}_{33} & \mathbf{z}_{34} & \mathbf{z}_{35} & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{z}_{42} & \mathbf{z}_{43} & \mathbf{z}_{44} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \mathbf{z}_{53} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix}. \quad (3.7)$$

Отже, цей вид лікувального засобу має обмежену локальну дію.

Орієнтуючись на наведені вище залежності, є можливість отримати відповідні матриці для спектральних функцій лікувальних засобів. Так, у першому випадку спектральна функція матиме вигляд

$$S_z(\omega)_I = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & S_z(\omega)_{33} & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix}. \quad (3.8)$$

Для другого випадку спектральна функція набуває вигляду

$$S_z'(\omega)_{II} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & S_z(\omega)_{23} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & S_z(\omega)_{32} & S_z(\omega)_{33} & S_z(\omega)_{34} & \dots & 0 \\ 0 & 0 & S_z(\omega)_{43} & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & S_z(\omega)_{m3} & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix}, \quad (3.9)$$

а у другому варіанті аналітичного опису лікувального засобу другого типу спектральна функція має вигляд

$$S_z''(\omega)_{II} = \begin{vmatrix} S_z(\omega)_{11} & 0 & 0 & 0 & S_z(\omega)_{15} & \dots & 0 \\ 0 & S_z(\omega)_{22} & 0 & S_z(\omega)_{24} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & S_z(\omega)_{33} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & S_z(\omega)_{42} & 0 & S_z(\omega)_{44} & 0 & \dots & 0 \\ S_z(\omega)_{51} & 0 & 0 & 0 & S_z(\omega)_{55} & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix}. \quad (3.10)$$

Для третього випадку спектральна функція лікувального засобу набуває вигляду

$$S_z(\omega)_{III} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & S_z(\omega)_{13} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & S_z(\omega)_{22} & S_z(\omega)_{23} & S_z(\omega)_{24} & 0 & \dots & 0 \\ S_z(\omega)_{31} & S_z(\omega)_{32} & S_z(\omega)_{33} & S_z(\omega)_{34} & S_z(\omega)_{35} & \dots & 0 \\ 0 & S_z(\omega)_{42} & S_z(\omega)_{43} & S_z(\omega)_{44} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & S_z(\omega)_{53} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \end{vmatrix}. \quad (3.11)$$

Отже, орієнтуючись на наведені вище аналітичні залежності, маємо можливість зробити первинну класифікацію лікувальних засобів. Ця класифікація має математичне та фізико-хімічне підґрунтя. Усі інші види лікувальних засобів як таких є не більш ніж комбінацією попередніх.

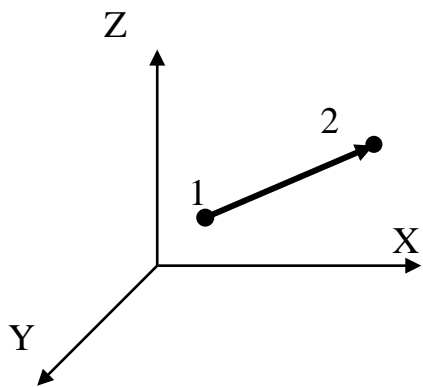
Таким чином, якщо розглянути першу групу лікувальних засобів, то маємо можливість дійти того висновку, що з огляду на фізико-хімічні властивості цих засобів (відкидаючи вторинні чинники), вони мають виключно обмежену дію. Наразі це є лікарські засоби, які вносяться в організм штучно із застосуванням маніпуляційних пристосувань дуже малої площі, в тому числі і фізичних полів (сфокусоване лазерне випромінювання), які мають дуже обмежену спектральну функцію $S_z(\omega)_{33}$ (3.8). Одночасно необхідно помітити, що це лікарські засоби, які мають свій визначений просторово-часовий спектр, наприклад знищення одинокого ПО (наприклад, одинокий фурункул), а спектр $S_z(\omega)_{33}$ є принципом лікувальних дій. Тобто за своїм принципом дії ці лікувальні засоби можуть мати кваліфікаційну назву монокрапкові, або односпрямовані.

Другий тип класифікації лікувальних засобів відпрацьовує спектральний вплив за принципом строка або стовбець за чіткими ознаками у першому варіанті та по діагоналях матриці (3.6) у другому варіанті. У цьому випадку не слід плутати систему «строка - стовбець» із системою «діагональ». Попри того, що основа дії знаходиться у центрі $S_z(\omega)_{33}$, між ними існує досить велика різниця. Згідно концепції існування та взаємодії БО, БТО функція дії лікувального засобу має багатофункціональний спектр, при якому однозначно просліджується різниця між спектральними стовбцями, строками та діагоналями, тобто у кінцевому випадку ми можемо говорити про певні комбінації, що відмінні від класичних. Як наслідок, подібна теорія класифікації вказує на можливі шляхи розвитку лікувальних засобів на практиці. Тобто, використовуючи векторний аналіз відносно матриць (3.5) та (3.6), ми маємо можливість створювати лікувальні засоби, які діють безпосередньо на хворий орган, оминаючи здорові із нормальним функціонуванням. Наразі для цього виду лікувальних засобів підходить назва спрямовані та поліспрямовані.

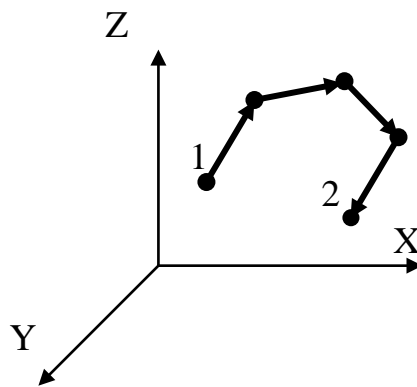
Третій класифікаційний тип лікувальних засобів має опис за матрицею (3.7). Це означає те, що лікувальний засіб працює не крапково або лінійно, а в об'ємі відносно функції $S_z(\omega)_{33}$. Водночас принципова дія цього лікувального засобу стосується визначеного об'єму. Так, наприклад, окремих фурункул лікується за застосуванням ліків першого класифікаційного типу. А от фурункулез зі значним поширенням фурункулів лікується як системне захворювання, в тому числі переливанням крові. У цьому випадку маємо типову ситуацію у матриці (3.7, 3.11), коли окрема дія розповсюджується на весь організм поступово, тобто ситуація, коли йде ударний фронт або хвиля, яка не тільки ліквідує саме захворювання, але й призводить до загального поліпшення роботи організму. У цьому випадку перший клас лікувальних засобів необхідно звернути увагу на наявність (можливість) зворотньої хвилі, коли відбувається зворотній процес реакції організму на функцію $S_z(\omega)_{33}$. Така зворотня хвиля може призвести як до позитивного, так і негативного результату. Отже, у цьому випадку ми можемо назвати цю низку лікувальних засобів як засіб ударної або хвильової дії.

На останок до цього є дуже корисним розглянути графічну інтерпретацію цієї класифікації, оскільки у своїй принциповій позиції вона є більш наглядною стосовно своєї дії та спрямованості, аналітичні моделі можна використовувати як аналогічні, описані у п.п. 2.1.2.4.

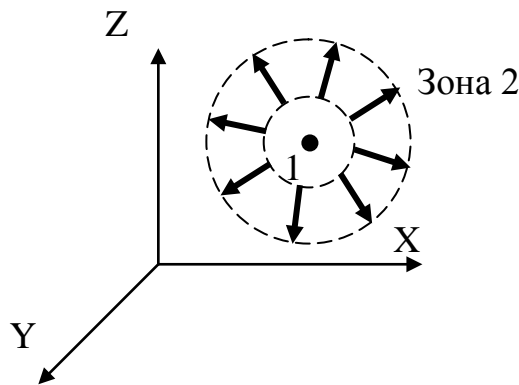
Отже, якщо ми маємо абстрактну систему координат XYZ, то місце застосування лікувального засобу зі спектром $S_z(\omega)_{33}$ можна позначити як крапка 1 (рис. 3.1). Крапка 2 є напрямком спрямованої дії на організм БО (БТО, ПО). Отже, у першому випадку (рис. 3.1, а) це є цілеспрямований вектор дії від крапки 1 до крапки 2. Для лікувальних засобів другого типу є характерним векторний ланцюг від крапки дії 1 до крапки впливу 2 (рис. 3.1, б). Лікувальні засоби третього типу діють за схемою джерела випромінювання від крапки дії 1, створюючи поверхню ударної або хвильової дії (зона 2) (рис. 3.1, в).



а)



б)



в)

1 – старт, 2 – фініш,

Рисунок 3.1 - Графічна інтерпретація дії лікувальних засобів різного типу, де:
а) перший тип (одиничний вектор), 2 – другий тип (векторний ланцюг), 3 – третій тип (центральне симетричне векторне джерело)

Звісно, що поверхня зони 2 не може бути ідеально сферичною, а відтворює ситуацію внутрішньої взаємодії між лікувальним засобом та БО (БТО, ПО). Звісно, що наведена графічна класифікація є технологічним фантомом лікувальних засобів різного типу. У реальності всі ці векторні діаграми є детермінованими у часі та у просторі та складаються з низки векторів, які, у

свою чергу, в інтегральному підсумку утворюють вище означену систему векторів.

3.3. Ритми частин системи біотехнічних об'єктів. Дослідження динаміки впливу лікувальних засобів на біотехнічні об'єкти

Фізіологічні функції цілісної системи живого організму БО (БТО) є підпорядкованими біологічним ритмам, також існують ритми кожного окремого органу, що примушують його за добу здійснити фазу підйому і відразу потім здійснити фазу спаду. У певні, завжди одні й ті ж дві години органи працюють особливо ефективно, а далі переходять в двогодинну фазу релаксації, під час якої не здійснюють свої функції роботи, а відновлюють властивості, що відповідає змінам чутливості до зовнішніх подразників, зокрема впливу різних речовин, з огляду на ефективність їх лікарського застосування [51]. Дослідження залежності фармакологічних ефектів від добової періодичності є хронофармакологією, яка має наступні складові: хронофармакодинаміку та хронофармакокінетику. Проте наразі сучасна медицина має дуже обмежені дані щодо раціонального використання та дозування фармпрепаратів залежно від часу доби, що є недоліком існуючих медичних методик і підлягає ретельному дослідженню для підвищення ефективності діагностики та лікування.

Користуючись цією тезою, ми маємо можливість побудувати загальну діаграму циклічних процесів у БО (БТО), зокрема людини (рис. 3.2, 3.3). З діаграми дуже добре проглядається, що циклічність процесів, яка відбувається з кожним окремим органом, відбивається на стані цілісної системи БО (БТО). В основі цього явища полягає життєвий цикл дії кожного окремого органу. Водночас кожний орган працює у системі за циклом «робота - відпочинок». Такий розподіл призводить до того, що максимальна спроможність органу переробити сторонні навантаження виконується лише на окремо визначеній частині доби.

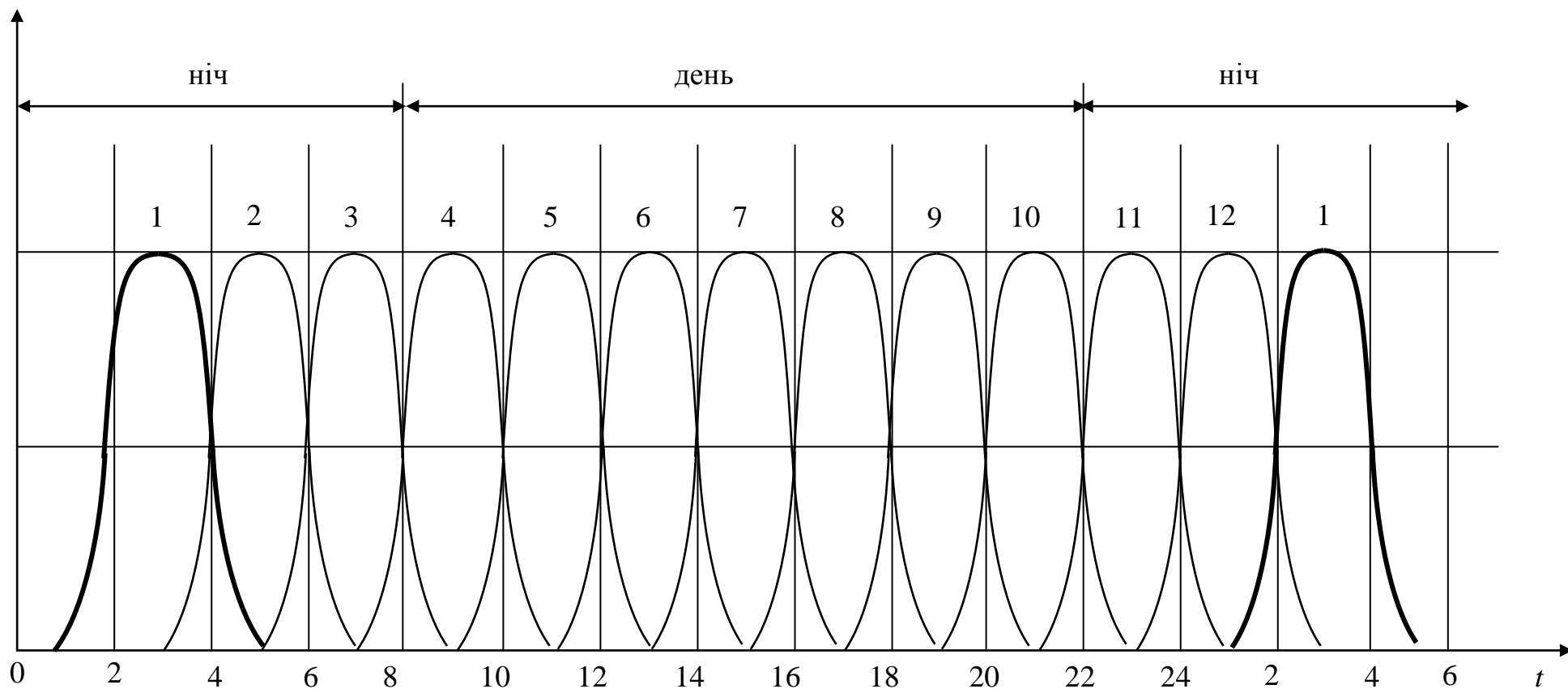


Рисунок 3.2 - Загальна діаграма періодичності роботи різних органів системи живого організму, де: 1 – печінка, 2 – легені, 3 – товстий кішковик, 4 – шлунок, 5 – селезінка та підшлункова залоза, 6 – серце, 7 - тонкий кішковик, 8 – сечовий міхур, 9 – нирки, 10 – система кровообігу, 11 – загальна акумуляція енергії, 12 – жовчний міхур

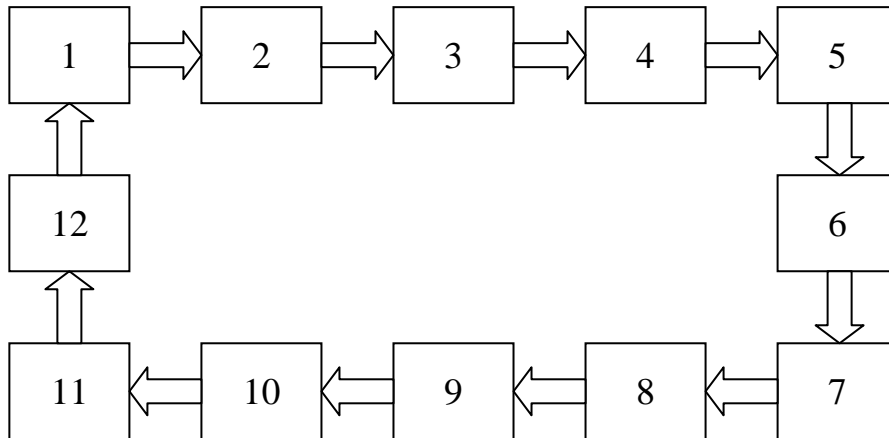


Рисунок 3.3 - Загальний циклічний зв'язок між різними органами системи живого організму, де: 1 – печінка, 2 – легені, 3 – товстий кішковник, 4 – шлунок, 5 – селезінка та підшлункова залоза, 6 – серце, 7 - тонкий кішковник, 8 – сечовий міхур, 9 – нирки, 10 – система кровообігу, 11 – загальна акумуляція енергії, 12 – жовчний міхур

Такий приклад наведено на діаграмі (графік 1 рис. 3.2) роботи печінки, яка працює фактично 6 годин на добу, а потім спостерігається спадання її дії впродовж 18 годин.

Проте це не означає, що цей орган повністю припиняє свою діяльність, просто знижується інтенсивність біологічних (метаболічних) процесів.

Аналогічно можна розглядати ситуацію і стосовно інших органів. З цього розгляду можна дійти вагомому висновку, а саме: всі органи працюють по черзі, тобто існує ланцюгова реакція організму на часові характеристики. У спрощеному вигляді це є запуском одним органом наступного. Якщо певний орган є хворим і не виконує своїх функцій у повному обсязі, це одночасно відбивається на стані інших органів. Наразі цей цикл відображено на рис. 3.3. Якщо поступово дослідити ритми різних органів, то є можливість протягом доби незалежно від положення Місяця обирати вірний час для введення

фармакологічних речовин, проведення опромінення фізичними полями, або виведення з організму шкідливих речовин, що підвищує ефективність лікування.

Досить легко збагнути, що замкнений цикл викликає коливальні процеси у цілісній системі живого організму. Окрім того, відома періодичність всіх процесів, тобто можна моделювати загальний характер коливань у вигляді синусоїдальних залежностей $u(t) = U \sin \omega t$. Оскільки маємо замкнене збурене коло, то від певної крапки збурення (органу системи) до іншої крапки (іншого органу системи) сигнал збурення розповсюджується зі швидкістю V_i за час τ , тобто $\tau = \frac{x}{V}$, де x – координата розташування цього органу. Отже, величину збурення цього органу можна уявити як

$$u(t) = U_i \sin \omega(t - \tau) = U_i \sin \omega\left(t - \frac{x}{V}\right). \quad (3.12)$$

У цьому випадку швидкість V_i відіграє роль фазової швидкості, а для конкретного БО це є швидкість розповсюдження фармакологічних речовин, фізичних полів випромінювань лікувального або діагностичного призначення або захворювання, яке починається, від певного органу до іншого. Якщо зважити на те, що будь-який БО – це комплекс складових, які виконують різні функції у своїй життєдіяльності, але пов'язані між собою, то вони повинні мати певну синхронізацію у своїх діях. Таким чином, маємо групу об'єктів, кожний з яких впливає на інших. Отже, на відхилення кожного елемента (частини) групи впливає інший. Результатом такого складання є співвідношення фаз окремих частин. Водночас здійснюється вплив речовин на живий організм, що призводить до зміни фази та амплітуди добових ритмів, тобто їх ефект від взаємодії змінюється у різний час доби при різних патологічних станах об'єкту.

Наслідком подібного складання є те, що у кожний момент часу існує енергетичний концентратор всієї групи. Оскільки співвідношення фаз коливається, то центр групи можна знайти якщо помітити, що у центрі групи

співпадають фази коливань, викликаних близько розташованими об'єктами, це має аналітичний опис

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \lambda} = 0, \quad (3.13)$$

де φ, λ - фаза та довжина хвилі коливального процесу відповідно.

Фаза коливального процесу визначиться як

$$\varphi = 2\pi f \left(t - \frac{x}{V} \right) = 2\pi \left(\frac{Vt}{\lambda} - \frac{x}{\lambda} \right). \quad (3.14)$$

Тоді

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \lambda} = 2\pi \left[t \frac{d}{d\lambda} \left(\frac{V}{\lambda} \right) + \frac{x}{\lambda^2} \right], \quad (3.15)$$

а для центру групи

$$t \frac{d}{d\lambda} \left(\frac{V}{\lambda} \right) + \frac{x_c}{\lambda^2} = 0. \quad (3.16)$$

Аналітична залежність координати x_c центру групи з часом t має опис

$$x_c = -\lambda^2 \frac{d}{d\lambda} \left(\frac{V}{\lambda} \right) = V_0 t, \quad (3.17)$$

де V_0 - швидкість руху групового центру, тобто

$$V_0 = -\lambda^2 \frac{d}{d\lambda} \left(\frac{V}{\lambda} \right). \quad (3.18)$$

Диференціюючи вираз (3.18), отримуємо зв'язок між груповою швидкістю V_0 та фазовою V як

$$V_0 = V - \lambda \frac{dV}{d\lambda}. \quad (3.19)$$

Із рівняння (3.19) можна зробити вагомий висновок: якщо $\frac{\partial V}{\partial \lambda} = 0$, то метаболічні процеси в БО протікають досить нормально. У супротивному випадку, коли $\frac{\partial V}{\partial \lambda} \neq 0$, в об'єкті спостерігається дисперсія, як наслідок певних

зовнішніх чинників, тобто діаграма (рис. 3.4) набуває спотвореного вигляду.

Звісно, що виконання умови $\frac{\partial V}{\partial \lambda} = 0$ не є зовсім реальним, оскільки будь-який

БО (БТО) знаходиться у стані постійного балансування навколо функції (3.19).

Основними чинниками тут є недосконала система оцінювання зовнішніх дій та недоліки роботи окремих органів цілісної системи організму. Але в медицині ця ситуація може мати назву «практично здоровий».

Отже, з обумовленого вище можна створити модель процесу стосовно його роботи упродовж доби як залежність, що має опис

$$u(t) = U_i e^{-(\vartheta t)^2} \quad \text{при} \quad i = 1, 2, \dots, 12, \quad (3.20)$$

де ϑ – стала, що визначає довжину імпульсу.

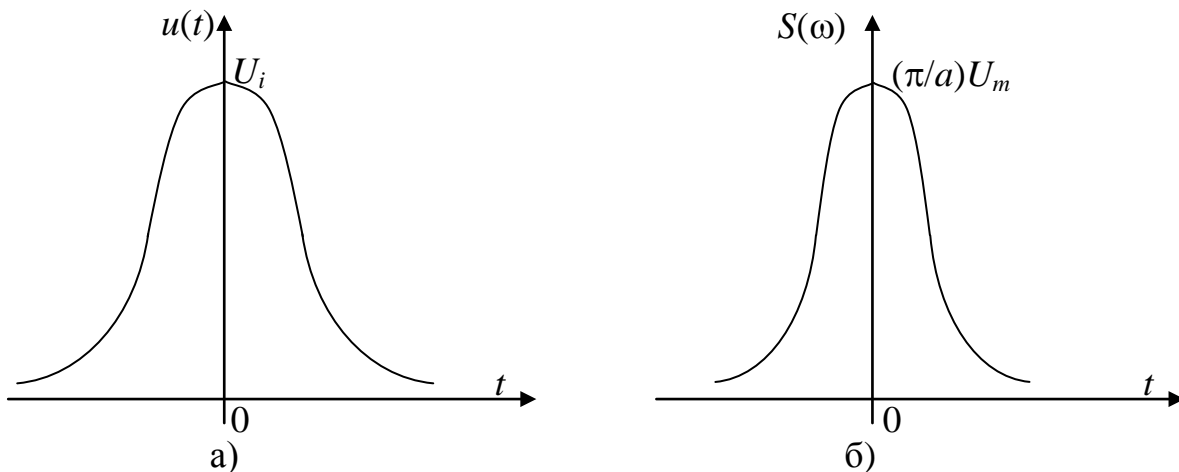


Рисунок 3.4 - Загальна форма (а) та спектр (б) імпульсу роботи органу БО

На засадах (3.20) отримуємо спектральну щільність цього імпульсу

$$S(j\omega) = U_i \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(\vartheta t)^2} e^{-j\omega t} dt = U_i \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(\vartheta^2 t^2 + j\omega t)} dt. \quad (3.21)$$

Для того, щоб визначитися з інтегралом (3.21), здійснюємо низку перетворень із показником ступеню, тобто

$$\vartheta^2 t^2 + j\omega t = \left(\vartheta t + j \frac{\omega}{2\vartheta} \right)^2 + \left(\frac{\omega}{2\vartheta} \right)^2. \quad (3.22)$$

При проведенні заміни змінних $\vartheta t + j \frac{\omega}{2\vartheta} = v$ та $dt = \frac{1}{v} dx$ отримуємо

$$S(j\omega) = \frac{U_i}{v} e^{-\left(\frac{\omega}{2v}\right)^2} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = U_i \frac{\sqrt{\pi}}{v} e^{-\left(\frac{\omega}{2v}\right)^2} = S(\omega), \quad (3.23)$$

оскільки $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$ як інтеграл Лапласа.

Функція (3.23) є парною, тому спектр, як і саме імпульс, є симетричним відносно початку координат (рис. 3.4, а, б).

Вочевидь сезонні ритми, гравітаційні чинники також відбиваються на взаємодії живого організму із зовнішніми подразниками, що також є чинником впливу на стан БО (БТО, ПО).

3.4. Дослідження критичних випадків дії лікувальних засобів на біотехнічний об'єкт. Основні засади теорії координат абстрактної сутності

Як вже було розглянуто вище, АС (як об'єкт) перебуває у просторі під впливом польових структур зовнішнього впливу та польових структур внутрішнього самоутворення.

Умовно розподіл подібних структур можна зробити на засадах векторного поля та скалярного поля, яке досить добре ідентифікується з векторним. До скалярних полів відносяться досить стабільні поля, що утворюють АС навколо себе, зберігаючи у кожній крапці простору певну стабільну величину визначеного параметру.

Як вже відмічено у попередніх розділах, будь-який процес не може бути пласким, він завжди має об'ємний характер. Відносно скалярні поля, як для ґрунтів, так і для води (або певної речовини), і, як наслідок, для АС, теж мають об'ємний характер. Але специфіка розгляду таких структур полягає у проектуванні окремих розрізів на визначену площину, оскільки графічно

відобразити об'ємний розподіл процесу або речовини вкрай складно. Тому використовуються методики еквідистантних перерізів, на площину яких нанесено відповідні її екіпотенціалі із визначеними величинами фізичних параметрів. Здебільшого, це уявний випадок, тому що уявна поверхня не співпадає із реальною, а відтоді необхідно виконувати коригування з урахуванням реальної геометрії поверхні (п. 2.1.2). У широкому сенсі ця проблема стосується усіх процесів, де існують перетворення із уявного у реальний, тобто переходи з погляду фізики ТФ. Значних розходжень не має лише математика, як суто уявна наука, котра не контактує безпосередньо з фізико-хімічними процесами. Тому аналітичне моделювання процесів взаємодії об'єктів (БТО) може сприйматися як уявний ТФ, до того ж без фундаментальних помилок.

У випадку наявності в ній фундаментальних помилок вона перетворюється у звичайний реалізований ТФ з усіма наслідками його властивостей.

Оскільки конкретно визначитися із системою координат вкрай важко, то необхідно ввести низку спрощень, тобто зробити певну формалізацію процесів, які дозволять виявити принципові особливості цих процесів. Для того, щоб це виконати, необхідно ввести у розгляд низку функцій, які нададуть можливість моделювання всього процесу взагалі, не відволікаючи увагу на побічні явища, які часом створюють конкретне уявлення.

Для цього введемо наступну низку функцій.

Первинні уявні функції:

u_s - уявна функція поверхні (ТФ поверхні первинного типу). Ця функція повинна мати аналітичний опис, у який у будь-який спосіб не можна знайти фізичних, хімічних та геометричних спотворень;

u_v - уявна функція об'єму (ТФ первинного типу). Ця функція повинна мати аналітичний опис, у який у будь-який спосіб не можна знайти фізичних, хімічних та геометричних спотворень;

u_f - уявна функція фізичного, хімічного та технологічного процесів (ТФ первинний фантом процесу). Ця функція повинна мати аналітичний опис, завдяки якому у будь-який спосіб не можна знайти фізичних, хімічних та геометричних спотворень.

Реалізовані функції:

R_s - реальна функція поверхні (ТФ реалізованої поверхні). Ця функція може бути отримана лише безпосереднім вимірюванням та відповідної математичної обробки;

R_v - реальна функція об'єму (ТФ реалізованого об'єму). Ця функція може бути отримана лише безпосереднім вимірюванням та відповідної математичної обробки;

R_f - реальна функція фізичного, хімічного та технологічного процесів (ТФ реалізованого процесу). Ця функція може бути отримана лише безпосереднім вимірюванням та відповідної математичної обробки.

Функції розподілу:

I_s - функція реалізації поверхні. Являє собою результуючу взаємодії побудовчого ТФ та ТФ брухту поверхні об'єктів;

I_v - функція реалізації об'єму. Являє собою результуючу взаємодії побудовчого ТФ та ТФ брухту об'єму об'єктів;

I_f - функція реалізації фізичного, хімічного та технологічного процесів. Являє собою результуючу взаємодії побудовчого ТФ та ТФ брухту процесів при взаємодії об'єктів.

Функція реалізації лінії не розглядається, оскільки є приватним випадком функцій u_f , R_f , I_s (п.р. 2.4).

Користуючись нововведеними позначками функцій, маємо можливість створити низку залежностей, що надають аналітичний опис перетворень:

$$\left. \begin{aligned} u_s &= I_s \cdot R_s \\ u_v &= I_v \cdot R_v \\ u_f &= I_f \cdot R_f \end{aligned} \right\} \quad (3.24)$$

У широкому сенсі ця система рівнянь може надати аналітичний опис певного процесу. Функції I_s , I_v , I_f мають вигляд типу

$$I_s, I_v, I_f = (T\Phi^+ - T\Phi^-), \quad (3.25)$$

який накладається на уявну функцію (u_s, u_v, u_f) таким чином, що вона перетворюється на функцію реалізації (R_s, R_v, R_f) .

У цьому випадку (3.25) функція $T\Phi^+$ є функція побудовчого ТФ, а $T\Phi^-$ - функція фантому брукту. Тобто АС має реалізуватися через $T\Phi^+$, який своїми процесами намагається реалізувати ідеальну формалізовану АС, як то поверхня, об'єм та функціональну роботу, яка забезпечить максимум життєвого ресурсу, як наприклад, генетичний код біологічного об'єкта. Але проблема полягає у тому, що генетичний код у тому чи іншому сенсі, має заплановані відхилення. Окрім таких запланованих відхилень існують ще і незаплановані, які спотворюють первинну генетику. Сутність запланованих відхилень від $T\Phi^+$ полягає у тому, що АС намагається пристосуватися до змін навколишнього середовища, але згідно теоретичних засад біології таких варіантів повинна бути безліч. Оскільки це реалізувати неможливо, то реакція йде стосовно первинних збудників на рівні чутливих елементів. Тому у природі вироблено чоловічу стать, особливо чутливу до зовнішніх подразників. Тобто вони особливо вразливі до них (до фантому $T\Phi^-$ брукту) та виробляють відповідний імунітет, який передається через жіночу стать майбутнім поколінням. Жіноча стать є системою накопичення інформації про майбутнє. Але, оскільки вони знаходяться практично в однакових умовах, то відбувається спектральний відбір інформації: при цьому порівнянні спектр $S_m(\omega)$ особливостей чоловічої статі не просто накладається на спектр $S_{fm}(\omega)$ жіночої статі з утворенням

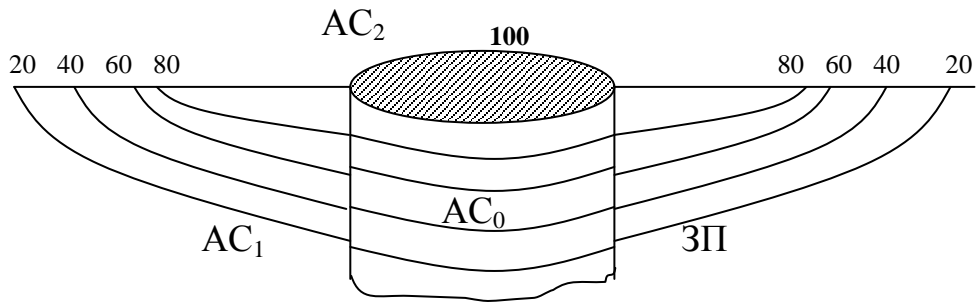
різницевого спектру, але з утворенням диференціальної функції у часі, яка має придати максимальної стійкості наступним поколінням. Як наслідок, кожна жіноча стаття має можливість утворити лише одну-дві особи, які мають стійкість до зміненого середовища задля отримання виживання роду або виду.

Незаплановані відхилення у розвитку АС є наслідком дії сторонніх чинників, які досить складно піддаються математичному моделюванню та обробці. Тим не менш, подібна незапланованість розвитку може бути наслідком впливу певного потужного стороннього процесу, і ще невідомо, наскільки негативним чи позитивним він може бути. Тому доцільним є дослідження зміни стану АС у часі, тобто виявлення, відбулася корисна дія відносно АС чи ні, і як вона пристосувалася до неї. У цьому випадку необхідно звертати увагу на позитивно-негативні технологічні процеси, які однозначно вказують на дії зовнішніх чинників.

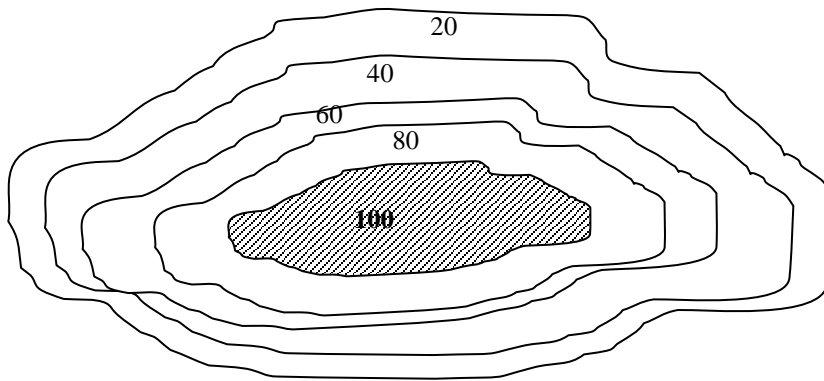
Як наслідок вищенаведеного, розглянемо конкретні випадки розвитку ситуації в окремо визначеному ареалі. Типова ситуація, яка при цьому спостерігається, це наявність скалярного поля АС та скалярного поля зони присутності у межах досліджуваного об'єкту (рис. 3.5).

Наразі розглянемо, як це відбувається у широкому сенсі у наведеному прикладі (рис. 3.5,а). Наразі АС знаходиться в один рівень з поверхнею. При цьому речовина AC_0 розповсюджується у спорідненій речовині AC_1 таким чином, що створює ареал низки відповідних концентрацій. Прослідкувати закони розповсюдження AC_0 у масі AC_1 вкрай важко, тому що це є багатопараметрична функція, яка залежить від низки сторонніх сил (F_{CT}), руйнуючих поверхню AC_0 . Результат можемо спостерігати лише на поверхні у вигляді кривих (рис.3.5,б) концентрації речовини. Надати достеменний фізико-математичний опис цієї ситуації вкрай важко. Для того, щоб зрозуміти загальний процес, розглянемо цю ситуацію у спрощеному вигляді, тобто уявимо, що AC_0 має форму пігулки, на яку діє потік сторонньої сили F_{CT}

(рис. 3.6). При цьому пігулка AC_0 знаходиться на поверхні AC_1 , яка не піддається руйнівній дії сили F_{CT} .



a)



6)

а) поперечний розріз за вертикаллю, б) формування зони присутності за розповсюдженням речовини у просторі (визначеному об'ємі) у відсотках

Рисунок 3.5 - Загальний принцип утворення ареалу абстрактної сутності

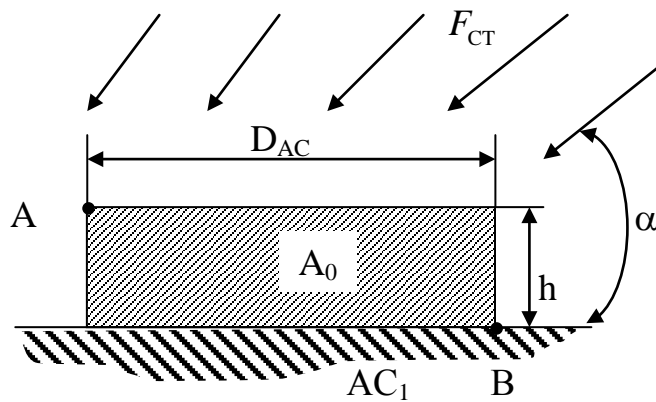


Рисунок 3.6 - Абстрактна сутність A_0 , розташована на поверхні AC_1 , яка знаходиться під дією зовнішніх сил F_{CT}

Зовнішня сила F_{CT} діє на пігулку під кутом α , який має можливість змінюватися від 0° до 90° при азимутальному куті від 0° до 360° .

При руйнуванні AC_0 у вигляді пігулки відбувається ситуація, відображена на рис. 3.7. Розглянемо цю ситуацію на основі вже вирішеної задачі у роботі [43]. Згідно цьому край пігулки зруйнувався б за радіус-вектором \mathbf{h} , тобто у точках А та В (рис. 3.6).

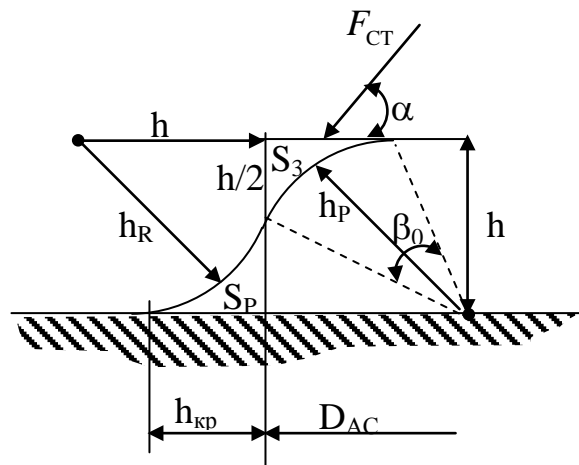


Рисунок 3.7 - Руйнування крайця AC_0 у формі пігулки під дією зовнішнього подразника F_{CT}

Але у задачі [43] не розглядалося питання: куди поділася зруйнована речовина. Тому у нашому випадку будемо вважати, що вона рівномірно розташовується вздовж периметру пігулки. При досягненні приблизної рівноваги між зруйнованою частиною та результатами руйнації, незважаючи на загальну масу, а лише на переріз у зоні руйнації. Стороння сила при цьому руйнує пігулку за радіусом \mathbf{h} (якщо розглядати процес у повному обсязі). Але зазвичай процес подібного руйнування різко гальмується, коли межа руйнування досягає величини $\frac{\mathbf{h}}{2}$. Для спрощення подальшого розгляду припустимо, що всі процеси відбуваються у площині перерізу. При цьому

вплив сторонньої сили F_{CT} починає набувати критичної ситуації. Така критична ситуація має випадок, коли кут $\alpha \rightarrow 90^\circ$, і дія сторонніх сил поступово починає більше впливати на зруйнований матеріал (речовину) AC_0 , більше ніж на її саму. Така критична ситуація може бути позначена наступними координатами:

- h_p - межовий радіус руйнації AC_0 ;
- рівність площ зруйнованої речовини S_3 та її зруйнованої частини S_p , тобто $S_p \approx S_3$ (звісно, це досить певне припущення між монолітом та наслідками його розпорошення);

- критичний кут руйнації β_0 отримує наступні залежності:

$$\alpha = \frac{\pi}{2}; \sin \beta_0 = \frac{h}{2h_p}; \cos \beta_0 = \frac{h}{h_p}; \beta_0 = \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{1}{2}; \beta_0 \approx 56^\circ 10'. \quad (3.26)$$

При цьому

$$S_p \approx S_3 = h^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi \beta_0}{360} \right) = h^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{\pi}{360} \left(\frac{\pi}{2} - 2 \arctg \frac{1}{2} \right) \right]. \quad (3.27)$$

Маса зруйнованої частини приблизно можна розглянути як функцію \sqrt{S} відчутника та питомої ваги ρ речовини AC , тобто

$$M(S_p) \approx M(S_3) = \rho \sqrt{S} \cdot h^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{\pi}{360} \left(\frac{\pi}{2} - 2 \arctg \frac{1}{2} \right) \right]. \quad (3.28)$$

Відповідно радіуси розповсюдження речовини у просторі (визначеному об'ємі) у критичній ситуації, коли $\alpha = 45^\circ$ буде визначатися як зона присутності

$$D_{3П} = D_{AC} + h. \quad (3.29)$$

При досягненні максимуму руйнування зона присутності буде визначатися залежністю, яка визначає однозначно наявність молекул речовини на означеній відстані, тобто

$$R_{\max} = \frac{h^2}{\sqrt{S}} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{720} \right). \quad (3.30)$$

У наведеній залежності \sqrt{S} є кінцева функція (п.п. 2.1.1.1), яка обмежена розмірами атомів речовини АС.

З виразу (3.30) та рис. 3.8 отримуємо критичну ситуацію залежності радіусу розпорошення $R_{\text{ед}}$ та критичного перерізу $\sqrt{S_{\text{ед}}}$, тобто $R_{\text{ед}} = \frac{h}{2}$.

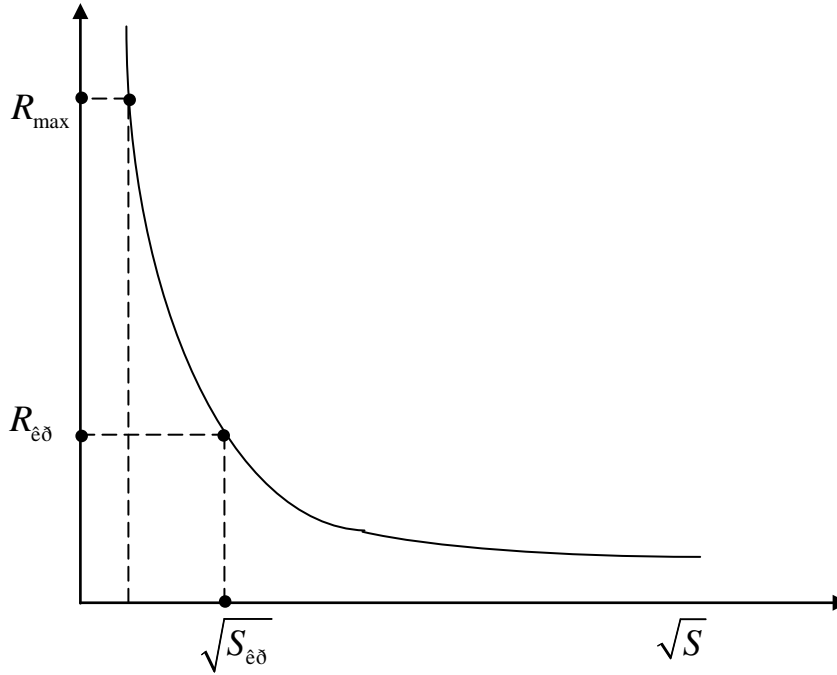


Рисунок 3.8 - Залежність R_{max} від \sqrt{S} за виразом (3.30)

Оскільки $\frac{h}{2} = \frac{h^2}{\sqrt{S}} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{\pi^2}{720} \right)$, отримуємо після перетворень

$$h = \frac{\sqrt{S_{\text{ед}}}}{1 - \frac{\pi^2}{360}} \Rightarrow h = \frac{\sqrt{S_{\text{ед}}}}{0,972}, \quad (3.31)$$

тоді $R_{\text{ед}} = 0,5014 \sqrt{S_{\text{ед}}}$.

Це співвідношення (3.31) доводить, що між товщиною h АС у вигляді пігулки, додатковим радіусом R_{max} та функцією \sqrt{S} існує однозначна залежність.

У випадку, коли \sqrt{S} більший за $\sqrt{S_{\text{ед}}}$, зона присутності АС буде детермінованою, а отже є маловизначеною, оскільки буде побудована з фрагментів речовини, яка була отримана внаслідок руйнування у зоні площини S_3 (рис. 3.8). Розміри фрагментів цієї руйнації досить нестабільні (хоч і закономірні), але не мають розмірів, які навіть близько наближаються до нуля.

Знаходження фрагментів речовини АС з розмірами атома у координаті $h_{\text{ед}}$ (рис. 3.8) з іншого вкрай маловірогідно.

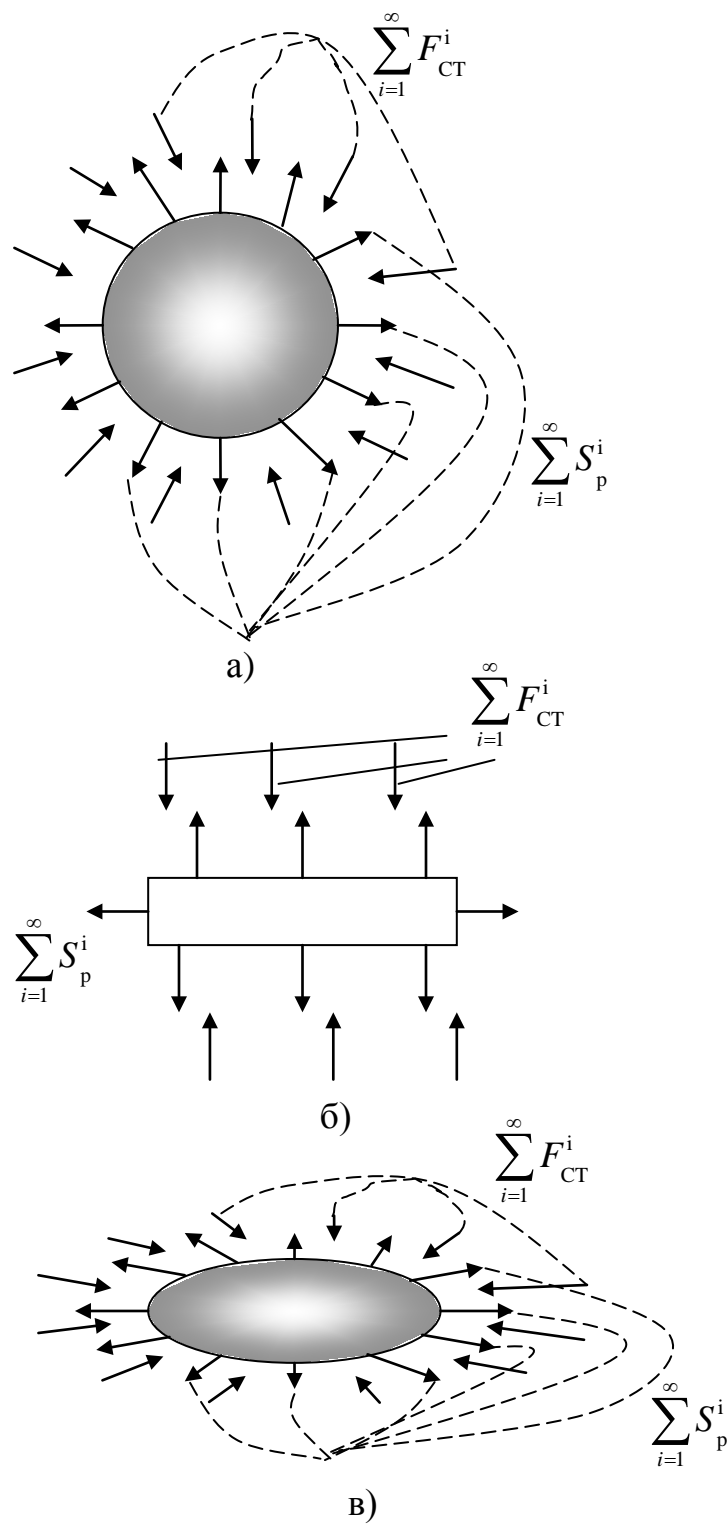
З іншого боку, фрагменти речовини АС можуть бути віднесені досить далеко від зони руйнування S_p, S_3 . Тобто величина зони присутності у цьому випадку вкрай невизначена.

Якщо фрагменти руйнування менші за $\sqrt{S_{\text{ед}}}$, то зона присутності починає значно зростати і досягає максимуму, коли $\sqrt{S_{\text{ед}}}$ буде дорівнювати діаметру атома речовини. Такий негативний технологічний процес має дуже важливе значення стосовно руйнування АС, як у природі, так і у техніці та медицині.

Якщо для природи та техніки більш характерними процесами є руйнування за колом, де знаходиться крапка А (рис. 3.9,а), то у медицині більш характерним є процес руйнації за обома периметрами. Сутність різниці між процесами полягає в тому, що у першому випадку периметр з крапкою А не є захищеним від сторонніх сил $F_{\text{СТ}}$, а тому руйнація відбувається за всіма параметрами в той час, як периметр за крапкою В є частково захищеним від сторонніх сил $F_{\text{СТ}}$, підкладинкою, на якій вона знаходиться.

Для медицини подібна ситуація може бути лише випадково стосовно фармакології, коли пігулка потрапляє на стінку шлунку або стравоходу. Зазвичай пігулка, яка потрапляє до шлунку, знаходиться під дією сторонніх сил $F_{\text{СТ}}$, які працюють за всім об'ємом межової панданної зони (п.р. 2.2) (рис. 3.9).

З огляду на фармацевтику існують наступні проблеми стосовно біологічних, хімічних та механічних властивостей звичайної пігулки.



а) фармакологічний засіб типу «сфера», б) тип диску, в) тип еліпсоїдний
 F_{CT} - сторонні сили (зовнішні подразники), S_p - внутрішні сили

Рисунок 3.9 - Схема типової взаємодії абстрактної сутності
фармацевтичного типу із системою сторонніх сил F_{CT}

Водночас будемо вважати, що біохімічні властивості речовини пігулки є такими, що повністю задовольняють лікувальним умовам. Отже, необхідно розглянути «нібито вторинні» властивості пігулки.

По-перше, найбільш вагомим параметром є швидкість дії лікувальної фармакологічної речовини пігулки (або іншого препарату). Лікувальна речовина повинна діяти згідно поставленої задачі у кілька способів за швидкістю розчинення у шлунку і не менш швидкого потрапляння до хворої частини організму. У цьому випадку існують наступні залежності швидкості розчинення лікувальної фармакологічної речовини.

Для початку розглянемо приватний випадок розчинення пігулки кулястої форми під дією сторонніх сил $F_{\text{СТ}}$. Сторонні сили $F_{\text{СТ}}$, діючи на таку пігулку, розчиняють її за дуже складною залежністю (рис.3.10).

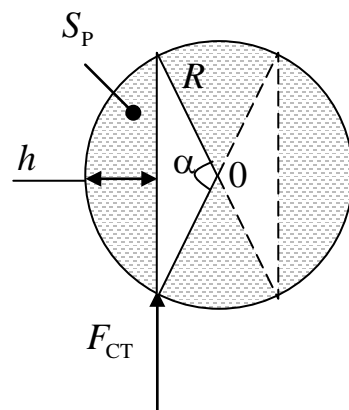


Рисунок 3.10 - Схема спрощеного вигляду процесу руйнації пігулки кулястої форми під дією сторонніх сил $F_{\text{СТ}}$

Тому розглянемо найменш стійку її частину. У цьому випадку з поверхні зрізуємо об'єм, переріз якого становитиме S_p , тобто

$$S_p = \frac{2}{3} R^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}. \quad (3.32)$$

Цей випадок є приватним, оскільки ми розглядали статично діючу сторонню силу, паралельну обраному діаметральному вектору. Наразі пігулка у формі кульки знаходиться під дією радіальних сил, які поступово зменшують її поверхню та об'єм. Отже, якщо поверхня сфери S_{sf} , а час, необхідний для її повного зникнення є T , то

$$S_{sf} = 4\pi R^2 \Rightarrow \frac{S_{sf}}{T} = 4\pi R v_{sf} \Rightarrow T = \frac{R}{v_{sf}}, \quad (3.33)$$

де v_{sf} - швидкість розчинення пігулки кулястої форми у просторі (об'ємі).

Тобто час розчинення T є прямо пропорційним радіусу пігулки і зворотно пропорційним швидкості. Аналогічно розглянемо процес зменшення об'єму пігулки

$$V_{sf} = 4\pi R^3 \Rightarrow \frac{V_{sf}}{T} = 4\pi R^2 v_{sf} \Rightarrow T = \frac{R}{v_{sf}}, \quad (3.34)$$

Таким чином, у наслідок простих математичних розвідок ми з'ясували процес розчинення звичайної пігулки кулястої форми під дією сторонніх сил $F_{ст}$.

Розглянемо цей випадок більш достеменно, використовуючи графічний матеріал (рис. 3.11).

Якщо вважати швидкість розчинення стабільною, тобто $v_{sf} = Const$ у межах від R до 0, то можна визначити дві окремі крапки під час цього процесу.

Початок розчинення пігулки починається з координат T, R , при цьому площа зменшується за квадратичним законом від радіусу, тобто R^2 . Кінець процесу розчинення закінчиться не при $R = 0$, а при $R_{кр}$ та S_M . Ця крапка відповідає розмірам молекули лікувального засобу, тобто радіусу сфери $R_{кр}$ та площею S_M . Цим параметрам відповідатиме час $T_{кр}$. Отже, фізико-хімічний процес повинен був би закінчитися за час $T - T_{кр}$. Але у реальності такого бути не може, доки остання молекула лікувального засобу не виконала своєї функції,

тобто не увійшла у поєднання з біологічною речовиною об'єкта. Це мало би відбутися за час $T_{кр}$, але реально цей час досить таки невизначений, оскільки остання молекула буде мати час дрейфу в організмі, поки не потрапить до призначеної точки реакції.

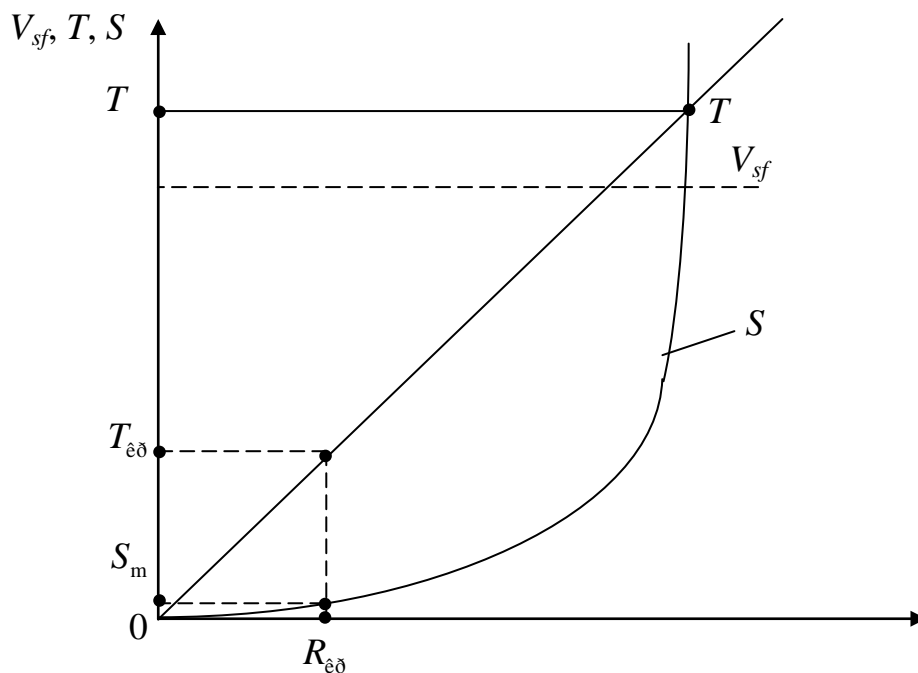


Рисунок 3.11 - Функції розчинення пігулки кулястої форми під дією сторонніх сил $F_{ст}$

Отже, пігулки кулястої форми має дві властивості, а саме: стабільну швидкість розчинення та квадратичну залежність постачання лікувального засобу в організм.

У випадку, коли розглядаємо циліндричну форму пігулки, розвиток процесу розчинення відбувається дещо по-іншому (рис. 3.12).

При цьому швидше розчиняється об'єм, який у перерізі визначається площею S_1 . Площа такого перерізу приблизно може бути визначена із залежностей (3.33) аналітичним шляхом, тобто

$$S_1 = \frac{h^2}{2} \left[1 - \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\beta_0}{2} \right) \right]^2. \quad (3.34)$$

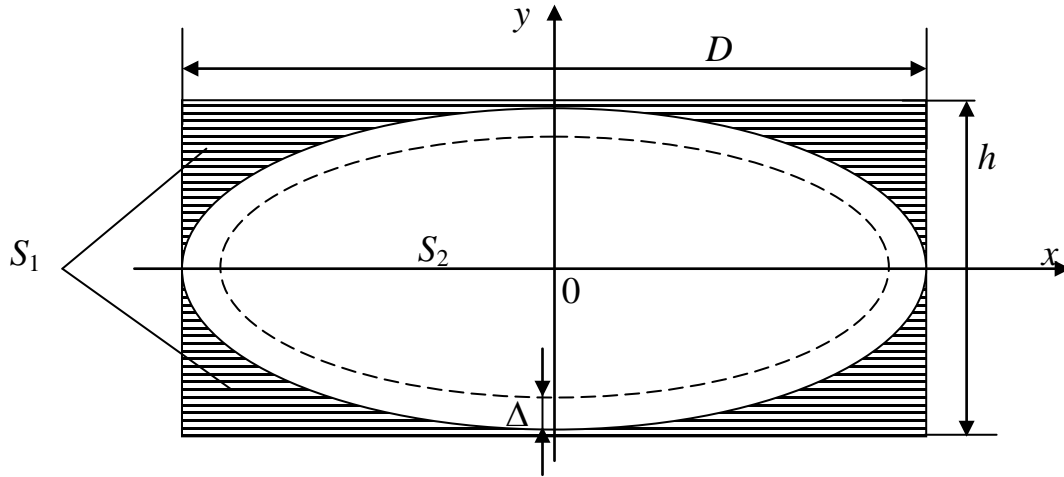


Рисунок 3.12 - Схема процесу розчинення пігулки циліндричної форми

У цьому випадку швидкість розчинення крайців йде за функціональною залежністю, пропорційною tg^2 , тобто дуже швидко. Через деякий час прямокутний переріз набуває форми еліпсу (крива другого порядку) зменшена на величину Δ за периметром. Наближення до форми еліпсу відбуватиметься за виконанням рівняння кривої другого порядку, тобто

$$ax^2 + 2bxy + cy^2 + 2dx + 2ey + f = 0, \quad (3.35)$$

де $a^2 + b^2 + c^2 \neq 0$.

У матричному вигляді отримуємо

$$\mathbf{rAr}^T + 2\mathbf{gr}^T + f; \quad A = \begin{pmatrix} a & b \\ b & c \end{pmatrix}; \quad \mathbf{g} = (d, e); \quad \mathbf{r} = (x, y). \quad (3.36)$$

За наявності загального центру симетрії загальне рівняння

$$\lambda_1 x^2 + \lambda_2 y^2 + g = 0. \quad (3.37)$$

При $\lambda_1 > 0$, $\lambda_2 > 0$, $g < 0$ рівняння (3.37) дає опис еліпсу (за [41]).

У канонічному вигляді рівняння набуває вигляду

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (3.38)$$

або у параметричній формі

$$x = a \cos t, \quad y = b \sin t, \quad 0 \leq t \leq 2\pi \quad (3.39)$$

та полярних координатах

$$\rho = \frac{p}{1 + e \cos \varphi}, \quad 0 \leq e \leq 1. \quad (3.40)$$

При цьому стороння сила, яка розчиняє пігулку, починає діяти по нормалі відносно кривої еліпсу і може бути визначена наступним чином.

Дотична до еліпсу в крапці $M(x_0, y_0)$ матиме рівняння

$$\frac{x_0 x}{a^2} + \frac{y_0 y}{b^2} = 1. \quad (3.41)$$

Нормаль та дотична до еліпса у крапці M є бісектрисами відповідних внутрішніх та зовнішніх кутів, утворених радіус-векторами, проведеними з фокусів еліпса у цю крапку (за [41]). При цьому пряма $Ax + By + C = 0$ торкається еліпса тільки у тому випадку, коли $A^2 a^2 + B^2 b^2 - C^2 = 0$.

При цьому радіус кривизни R у крапці $M(x_0, y_0)$ визначатиметься залежністю

$$R = a^2 b^2 \left(\frac{x_0^2}{a^4} + \frac{y_0^2}{b^4} \right)^{\frac{3}{2}} = \frac{(r_1 r_2)^{\frac{3}{2}}}{ab} = \frac{\rho}{\cos^3 u}, \quad (3.42)$$

де u - кут між нормаллю та радіус-вектором, проведеним з фокусу в точку M її перетину з еліпсом.

Загальна довжина периметру еліпсу має кілька математичних описів, оскільки це викликає низку труднощів з обчисленням. Наразі існує наступні залежності :

$$L = 4aE(e) = 2\pi a \left[1 - \left(\frac{1}{2}\right)^2 e^2 - \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^2 \frac{e^4}{3} - \left(\frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}\right)^2 \frac{e^6}{5} - \dots \right], \quad (3.43)$$

де $E(e) = E(e, \pi/2)$ - повний еліптичний інтеграл другого роду.

При застосуванні підстановки $\frac{a-b}{a+b} = \lambda$

$$L = \pi(a+b) \left[1 + \frac{\lambda^2}{4} + \frac{\lambda^4}{64} + \frac{\lambda^6}{256} + \dots \right], \quad (3.44)$$

або у приблизному вигляді

$$L \approx \pi \left[1,5(a+b) - \sqrt{ab} \right], \quad (3.45)$$

$$L \approx \pi(a+b) \frac{64 - 3\lambda^4}{64 - 16\lambda^2}.$$

Якщо зважити на те, що величини a та b (відповідні D та h) за деякий час зменшуються на величину $\Delta = v_p dt$, де v_p - швидкість переходу лікувальної речовини у розчин, то вирази (3.44, 3.45) набувають наступного вигляду

$$L = \pi(a+b-2v_p dt) \left[1 + \frac{\lambda^2}{4} + \frac{\lambda^4}{64} + \frac{\lambda^6}{256} + \dots \right], \quad (3.46)$$

де $\lambda_1 = \frac{a-b}{a+b-2v_p dt}$.

У приблизному вигляді з виразу (3.46)

$$L_1 = 1,5\pi \left[a+b-2v_p dt - \sqrt{(a-2v_p dt)(b-2v_p dt)} \right], \quad (3.47)$$

та

$$L_1 = \pi(a+b-2v_p dt) \frac{64 - 3\lambda_1^4}{64 - 16\lambda_1^2}. \quad (3.48)$$

При цьому загальна площа еліпсу зменшиться на величину

$$\frac{dS}{dt} = \frac{\pi \left[ab - (a-v_p dt)(b-v_p dt) \right]}{dt} = \pi v_p (a+b-v_p dt). \quad (3.49)$$

Отже, швидкість зменшення площі має загальноквадратичну функцію швидкості, як і у попередніх випадках.

У загальному випадку пігулка циліндричної форми при розчиненні намагається здобути форму еліпсоїда, тобто поверхні другого порядку, яка має наступний опис, який задовольняє рівнянню

$$a_{11}x^2 + a_{22}y^2 + a_{33}z^2 + 2a_{12}xy + 2a_{13}xz + 2a_{23}yz + 2a_{14}x + 2a_{24}y + 2a_{34}z + a_{44} = 0 \quad (3.50)$$

та у матричному вигляді

$$\begin{aligned} \mathbf{rAr}^T + 2\mathbf{ar}^T + a_{44} &= 0; \\ A &= \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}; \\ \mathbf{a} &= (a_{14}, a_{24}, a_{34}) \quad (A \neq 0); \\ \mathbf{r} &= (x, y, z). \end{aligned} \quad (3.51)$$

За наступними перетвореннями (до головних осей) до системи координат \sum^M з початком координат, які залишаються у точці та співпадають за напрямком з особистими векторами, рівняння опису поверхні другого порядку набуває вигляду

$$\lambda_1(x'')^2 + \lambda_2(y'')^2 + \lambda_3(z'')^2 + c_{44} = 0, \quad (3.52)$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ - особисті значення матриці B, тобто

$$\begin{aligned} \mathbf{r}''\mathbf{C}\mathbf{r}''^T + c_{44} &= 0; \\ C &= \begin{vmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{vmatrix}, \end{aligned} \quad (3.53)$$

де x'', y'', z'' - координати точки на поверхні другого порядку.

Після перетворення до головних осей рівняння другого порядку набуває вигляду

$$\lambda_1(x')^2 + \lambda_2(y')^2 + mz' = 0. \quad (3.54)$$

Якщо у подальшому вважати, що поверхня другого порядку приведена до канонічного вигляду, з виразів (3.52) та (3.54), то загальний вигляд рівняння набуває вигляду

$$\lambda_1 x^2 + \lambda_2 y^2 + \lambda_3 z^2 + d = 0. \quad (3.55)$$

При $\lambda_1 > 0, \lambda_2 > 0, \lambda_3 > 0, d < 0$ отримуємо рівняння еліпсоїду (рис. 3.13)

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad (3.56)$$

де a, b, c - напівосі.

Якщо $a = b > c$, то отримуємо стиснутий еліпсоїд (рис. 3.13 ,б), що утворений внаслідок обертання еліпсу та знаходиться у площині Oxz навколо його малої осі.

Якщо $a = b < c$, то отримуємо витягнутий еліпсоїд (рис. 3.13,в), що утворений внаслідок обертання еліпсу та знаходиться у площині Oxz навколо його великої осі.

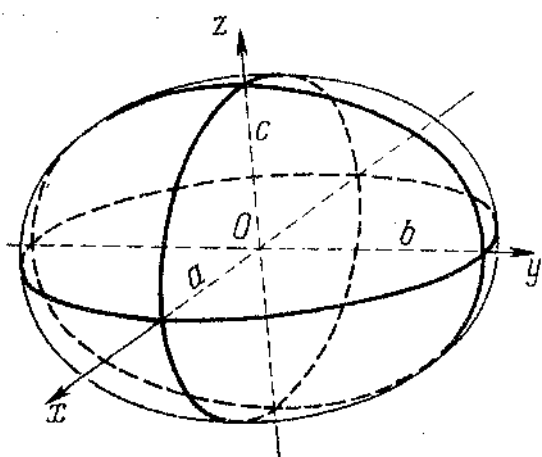
Якщо $a = b = c$, то отримуємо сферу $x^2 + y^2 + z^2 = a^2$. Об'єм еліпсоїда визначається як $V_e = \frac{4}{3}\pi abc$. Площу еліпсоїда неможливо описати звичайними простими функціями, тому застосовується наступний вираз спрощеного обчислення поверхні еліпсоїда

$$S_e \approx 4\pi \left[\frac{(a^p b^p + a^p c^p + b^p c^p)}{3} \right]^{1/p}, \quad (3.56)$$

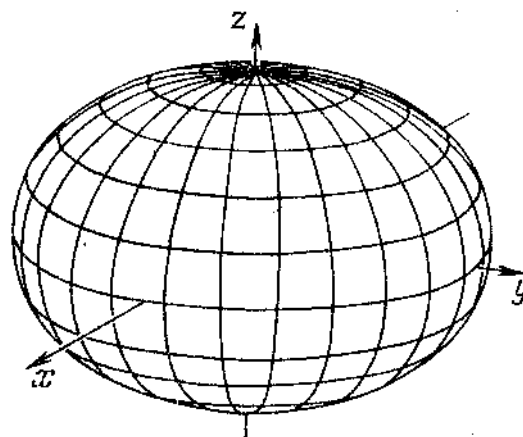
де $p = 1,6075$.

У випадку, що розглянуто було вище, еліпсоїд, отриманий внаслідок обертання навколо однієї з осей еліпса є сфероїдом та має інший тип математичного опису. Тобто, його об'єм визначається як $V_{sf} = \frac{4}{3}\pi ab^2$ (3.57).

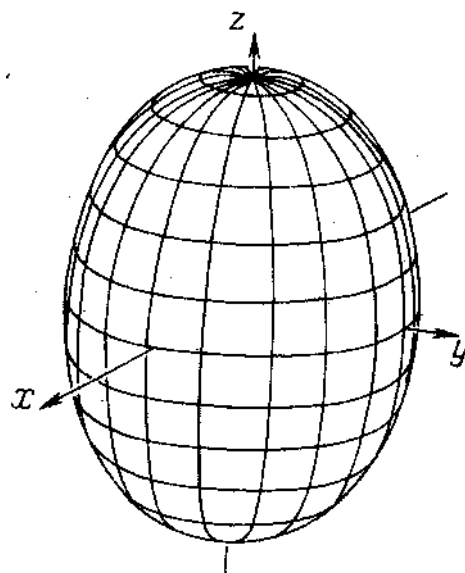
Стосовно цієї геометричної фігури нас може цікавити, у першу чергу, площа поверхні як активної частини пігулки сфероїда.



а)



б)



в)

а) теоретична основа, б) стиснутий еліпсоїд, в) витягнутий еліпсоїд

Рисунок 3.13 - Типи еліпсоїдів для визначення форми пігулки

Розглянемо кілька різновидів аналітичних моделей поверхні для найбільш поширеної форми пігулки, тобто стиснутого сфероїда.

Згідно першого варіанту маємо наступне:

$$S_{1C} = 2\pi \left[b^2 + \frac{a^2}{\sin \eta} \ln \left(\frac{1 + \sin \eta}{\cos \eta} \right) \right], \quad (3.58)$$

де $b = c > a$,

$\eta = \arccos\left(\frac{a}{b}\right)$ - кутовий ексцентриситет.

У другому варіанті

$$S_{2C} = 2\pi b \left[b + \frac{a \operatorname{Arsh}\left(\frac{be}{a}\right)}{\frac{be}{a}} \right], \quad (3.59)$$

де $e = \frac{\sqrt{b^2 - a^2}}{b}$, ($a < b$).

У третьому варіанті

$$S_{3C} = 2\pi a \left[a + \frac{b^2}{\sqrt{a^2 - b^2}} \ln \left(\frac{a + \sqrt{a^2 - b^2}}{b} \right) \right], \quad (a > b). \quad (3.60)$$

Для витягнутого сфероїда існують наступні варіанти аналітичної моделі площі поверхні. Так, у першому варіанті маємо

$$S_{1B} = 2\pi \left[b^2 + \frac{ba\eta}{\sin \eta} \right], \quad (3.61)$$

де $b = c < a$,

$\eta = \arccos\left(\frac{b}{a}\right)$ - кутовий ексцентриситет.

У другому варіанті аналітична модель площі поверхні описана виразом:

$$S_{2B} = 2\pi b \left(b + \frac{a \arcsin e}{e} \right), \quad (3.62)$$

де $e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$, ($a > b$).

У третьому варіанті

$$S_{3B} = 2\pi a \left[a + \frac{b^2}{\sqrt{b^2 - a^2}} \arcsin \left(\frac{\sqrt{b^2 - a^2}}{b} \right) \right], \quad (a < b). \quad (3.63)$$

Площа поверхні пігулки еліпсоїдальної форми (сфероїда) є досить розповсюдженою у медичній (фармакологічній) практиці. Але аналітичні залежності у тому вигляді, якому вони наведені, є досить складними, а тому існує низка відповідних спрощень. Для цього необхідно ввести відповідні співвідношення. Так, для стиснутого або витягнутого сфероїда можна приймати залежності від співвідношення осей фігури пігулки (фармакологічного засобу), тобто $a = kb$ або $b = ka$ залежно від типу форми. Оскільки пігулка рухається стравоходом, коефіцієнт k згідно законів механіки не повинен перевищувати значення 0,5. У супротивному випадку пігулка буде залишатися у стравоході, а тому доведеться використовувати змащувальну рідину (воду, іноді сік тощо). У приватному випадку, коли еліпсоїд перетворюється на кулю, подібних заходів не потрібно. Для прикладу у табл. 3.1. Наведено значення коефіцієнту k залежно від діаметру D та товщини h (п. 2.1.1.1).

Таблиця 3.1 - Залежність коефіцієнту k від геометричних параметрів пігулки (фармакологічного засобу, наприклад капсули)

№	Діаметр, D , мм	Товщина, h , мм	Коефіцієнт, k
1	6	2,7	0,45
2	8,2	3,0	0,36
3	12,1	3,3	0,27

Таким чином, із табл. 3.1 та обумовлених вище аналітичних викладок можна зробити висновок, що швидкість проникнення пігулки

(фармакологічного засобу) з геометрією за позицією №3 буде найбільшою, а, отже, і швидкість реакції на людський організм. Все це буде залежним від кількості розчиненої речовини dQ за час dt , тобто

$$\frac{dQ}{dt} = \sqrt{S} \frac{dS_{sf}}{dt}, \quad (3.64)$$

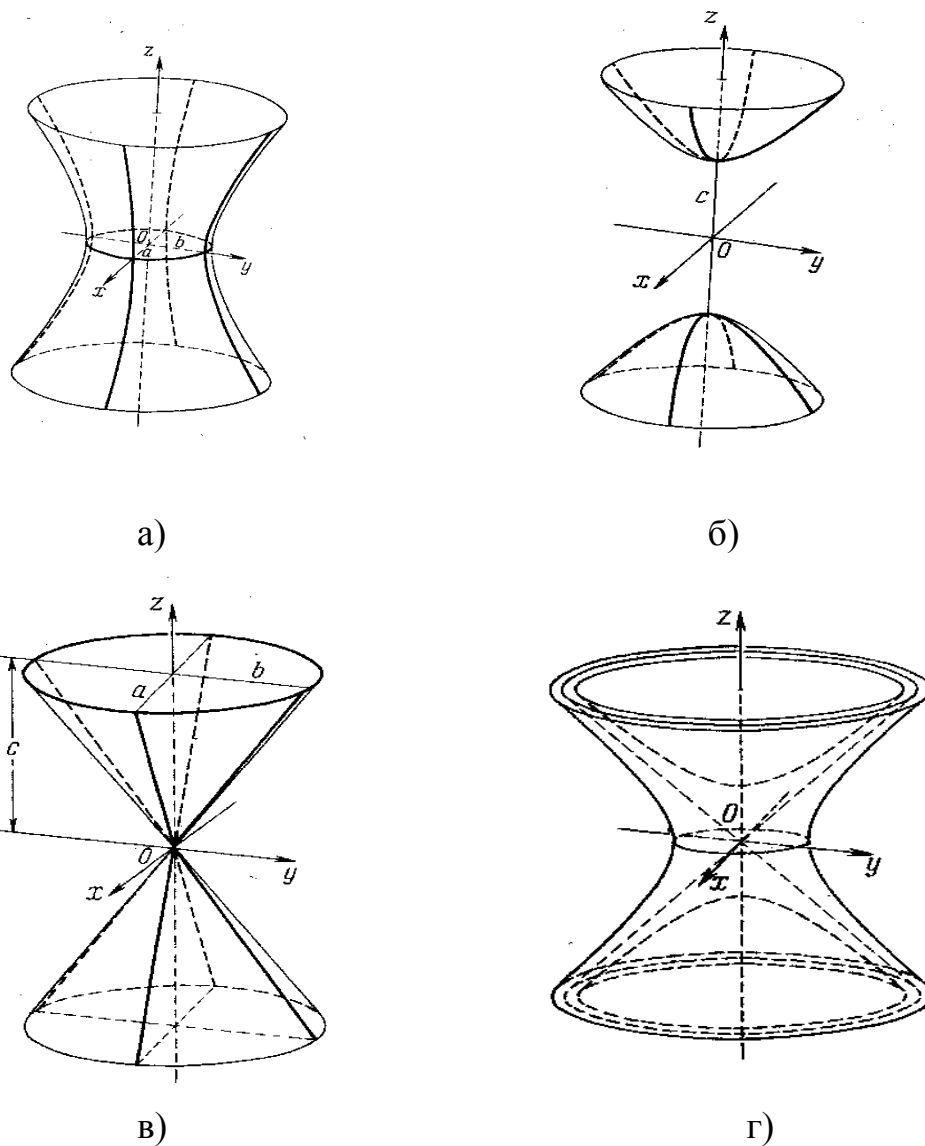
або у приблизному вигляді кількість розчиняємої речовини фармакологічного засобу в площині перерізу пігулки (капсули тощо)

$$\frac{dQ}{dt} \approx \sqrt{S} \left[V_{sf} (a + b) - V_{sf}^2 dt \right]. \quad (3.65)$$

Таким чином, із попереднього розгляду ясно, що кількість речовини, яка розчиняється, пропорційна площі перерізу та стабільній швидкості. Але існує ще одна проблема, яку згадували вище: це пошук варіантів утворення пігулки, котра при стабільній швидкості проникнення розчиняється за мінімальний час. у такому випадку активна речовина повинна мати мінімальні розміри з такою умовою, що загальний об'єм пігулки повинен задовольняти умові $Q = dQ \approx V_{sf} (\sqrt{S})^2 dt$. За таких умов повністю втрачається саме поняття пігулки, оскільки вона повинна мати розмір молекули як активної речовини. Як наслідок, ліки (фармакологічні засоби) з форми пігулки приймають або форму дисперсного порошку або розчину (у вигляді крапель, мікстур тощо).

Основний недолік подібного формування речовини фармакологічного засобу – це необхідність у спеціалізованих контейнерах, здебільшого це скляні ампули або контейнери з твердої речовини, що може розчинятися, наприклад капсули. Скляні ампули необхідно руйнувати перед застосуванням, а оболонка капсули працює зі значною затримкою, оскільки вона розчиняється у шлунку або іншому органі залежно від лікарського призначення. Ще одним засобом внесення рідкої фармакологічної речовини в організм є аерозолі. Попри велику швидкість потрапляння до організму суттєвою вадою слід вважати складний механічний контейнер.

Одним із варіантів підсилення швидкодії розчинення пігулки в організмі є зміна її форми. Наразі це може бути форма, котра утворена комбінацією поверхонь другого порядку. Найкраще для цього підходить поверхні з центрами симетрії. До таких форм відносяться однопорожнистий та двопорожнистий гіперболоїди (рис. 3.14).



а) однопорожнистий гіперболоїд, б) двопорожнистий гіперболоїд, в) утворюючий конус, г) комбінаційна форма пігулки

Рисунок 3.14 - Аналітичне підґрунтя утворення швидкорозчинної пігулки

Для однопорожнистого гіперболоїду аналітична залежність має вигляд (рис. 3.14, а)

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad (3.66)$$

де a, b – дійсні напіввісі, c – уявна напіввісь.

Для двопорожнистого гіперболоїду аналітична залежність має вигляд (рис. 3.14, б)

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0 \quad (3.67)$$

і є утворюючим елементом при створенні форми уявної теоретичної пігулки (рис. 3.14, в).

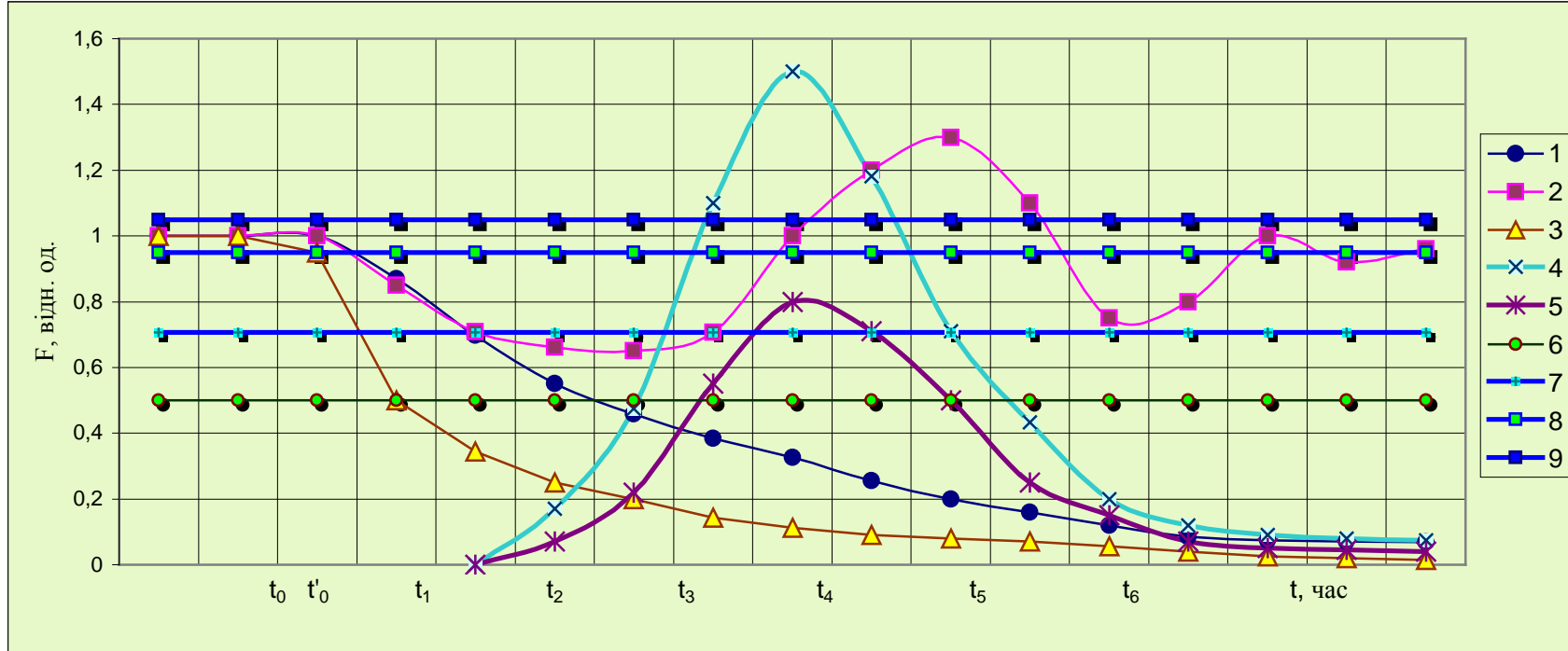
Так, пігулка у формі подвійного келиху матиме дуже велику швидкість розчинення у порівнянні з аналогами завдяки тонким стінкам. Але подібна форма має і недоліки, а саме, складна форма викликати проблеми з рухом у стравоході та підвищену ламкість крайців.

Здавалося б вище наведений опис пігулок різного типу (форми) не повинен був би мати ніякого відношення до побудови системи координат АС. Тим не менш, розглянемо цей процес більш достеменно. По-перше, швидкодія лікувального засобу як такого. З суто суб'єктивного погляду мало кого цікавить геометрія пігулки – всіх цікавить швидкодія впливу на організм. Ця швидкодія є залежною від параметрів організму. Основна проблема – це біль, який виникає або митьєво, або зі зростаючою інтенсивністю. На другому місці за швидкодією є поступово зростаючий біль, який поступово викликає дестабілізацію загального стану організму і, як наслідок, психіки. Саме нервова система є системою загального контролю організму, яка сповіщає про захворювання певної частини. За цією тезою саме пігулки повинні мати два принципи своєї дії. Це або швидкодійні засоби, або стабілізуючі. Стосовно швидкодійних фармакологічних засобів, їх фізико-хімічна дія повинна розглядатися як удар по хворим частинам організму, за принципом: чим

швидше, тим краще. Стосовно довгодіючих ефектів пігулка повинна постачати лікувальну речовину з певною стабільністю. Це дозволяє створювати певний вплив на хворобу, тобто досягти такого рівня потужності, за якого вона не зможе набуту розвитку і, як наслідок, згине. Досягти стабільного впливу на захворювання можливо лише інвазивно, тобто через крапельницю. Пігулки завжди діють в імпульсному режимі. Зазвичай речовина будь-якої пігулки різко посилює або роботу імунної системи організму, або компенсує нестачу якоїсь біохімічної речовини в біологічному організмі.

Розглянемо приблизну діаграму реакції організму абстрактного БО на таку саму абстрактну пігулку з активною речовиною (рис. 3.15). Для розгляду обираємо абстрактний параметр F_{BO} абстрактного біологічного об'єкту, на який діє абстрактна функція захворювання F_{XB} , у який визначений момент часу t_0 . Якщо ми уявимо, що параметр F_{BO} був стабільним до часу t_0 (умовний рівень - 1.0), то у момент t_0 , тобто момент удару функції хвороби F_{XB} , ця функція втрачає свою стабільність. Миттєво цей процес не може відбуватися через інерційність функції F_{XB} та імунної протидії. Як наслідок, функціональні можливості параметру F_{BO} починають падати. Перші ознаки захворювання з'являються у момент t'_0 , коли дія хвороби досягає максимальної дії, тобто $F'_{\text{XB}} \rightarrow \max$. При цьому час, необхідний для розуміння факту, що параметр F_{BO} вийшов з ладу до визначення функції F_{XB} та прийняття відповідних фармакологічних засобів (лікарських речовин) становитиме $t_1 - t'_0$. За втратою потужності параметра F_{BO} за терміну часу $t_1 - t'_0$ відбувається перше відчуття дестабілізації, яке організмом оцінюється як звичайне у межах $0,95 \div 1,05$ загальної стабільної ситуації.

Серйозне захворювання починається на рівні 0,707, коли екстремально застосовуються лікарські засоби при часі t_1 . Саме за час t_1 (прийом ліків) починається поступова компенсація падіння параметру F_{BO} .



1 –функція F_{BO} організму, 2 - функція параметру F_{BO}^+ інтенсифікації лікування, 3 - функція F_{XB} захворювання, 4 - функція F_{pg}^1 дії фармакологічної речовини на імунну систему організму та на функцію F_{XB} , 5 - функція F_{pg}^2 дії фармакологічної речовини без втручання імунної системи організму, 6 - рівень 0,5 функції початку практично незворотних процесів при захворюванні, 7 - рівень 0,707 функції початку серйозного захворювання, 8 - рівень 0,95 функції нижньої межі загальної стабільної ситуації, 9 - рівень 1,05 функції межі функціональних можливостей організму

Рисунок 3.15 - Динаміка реакції організму БО на функцію F_{XB} захворювання та протидіючі функції F_{pg}^1 та F_{pg}^2

У момент t_1 в організм об'єкта вводиться пігулка (фармакологічна речовина), що діє згідно функції F_{pg}^1 або F_{pg}^2 . Водночас будемо зважати на комплексну протидію F_{xb} .

По-перше, функція F_{pg}^2 створює потужну підтримку імунної системи організму і, таким чином, саме через нього виконує функцію ліквідації захворювання, тобто F_{xb} .

По-друге, функція F_{pg}^2 має безпосередній вплив на F_{xb} без втручання імунної системи організму.

По-третє, функція F_{pg}^1 має комплексний характер, який водночас діє на імунну систему організму та на функцію F_{xb} .

Отже, усі ці біохімічні спрямованості мають конкретний векторний напрямок та відповідну взаємодію, котра спрямована на досягнення визначеного результату. Наразі функція F_{xb} вносить дестабілізуючу дію на параметр F_{bo} у БО. БО намагається самостійно стабілізувати цей параметр, але це вимагає визначеного часу за умови, що БО знайде засоби компенсації, тобто ми знов-таки звертаємось до розділу 2, де попередньо пояснювалися ці процеси. Тобто маємо дві, три або навіть більше векторних спрямованостей для того, щоб досягти стабілізації параметру F_{bo} . За відсутності дії лікарських засобів, тобто функцій F_{pg}^1 та F_{pg}^2 функція параметру F_{bo} поступово втрачала свою спроможність у системі організму БО. Наразі час t_2 можна вважати критичним, оскільки за відсутності лікарських засобів параметр буде поступово знижуватися, поки не досягне критичних значень амплітуди у 0,2 та 0,1. Подібні випадки характерні, наприклад для ендокринної системи гематології. Значення гемоглобіну в 140 одиниць є нормальним, але при 120 – 130 одиницях людина має певні недомагання, а при 70 одиницях навіть кожний рух людини

ускладнюється. Аналогічні проблеми існують і стосовно інших параметрів організму БО.

При часі t_2 швидкість дії лікарського засобу досягає максимального значення, але організм починає лише реагувати на нього, тому характеристика функції F_{BO} переходить до характеристики F_{BO}^+ . Як наслідок, у момент часу t_3 дія лікарського засобу досягає максимального значення в той час, коли організм БО починає виходити з критичного стану за максимальної швидкості. Після часу t_3 дія лікарського засобу починає спадати, але відновлена функція параметру F_{BO}^+ продовжує зростати суто інерційно, оскільки імунна система організму БО отримала потужну інтенсифікацію.

У момент часу t_4 функція параметру F_{BO}^+ вже перетинає бар'єр своїх функціональних можливостей не тільки 1,0, але 1,05 та більше, що відповідає типовій дії наркотичних засобів, але потім починається спадання, що супроводжується низкою коливальних процесів після моменту часу t_5 . Як наслідок загального процесу параметр F_{BO}^+ виходить на рівень 0,95 у кращому випадку, оскільки час дії хвороби функція F_{BO} поступово знижує свої можливості.

З цього нас цікавить низка питань, які визначають стан БО у процесі хвороби.

По-перше, швидкість виходу із стану хвороби на нормальний життєдіяльнісний рівень будь-якого параметру БО, тобто час від t_0 до часу t_B , коли можна вважати, що процес лікування є закінченим.

По-друге, це діагностика, яка здебільшого розтягнута у часі, тобто інтервал часу від моменту t_0 до t_1 , для того, щоб завчасно визначитися з лікарськими засобами на засадах діагностованої хвороби. Саме цей процес зазвичай є найменш визначеним та достеменним, оскільки повністю є залежним від інкубаційного періоду. У цей інтервал часу все залежить від потужності

впливу функції F_{XB} хвороби, тобто інтервалу часу від моменту t_0 до t_0^1 . У цьому інтервалі часу існує певний взаємодіючий баланс, а саме впливу функції F_{XB} на БО та вироблення організмом відповідної протидії. Така протидія є залежною від низки чинників, оскільки система БО повинна визначитися з тим, як їй діяти. Для цього необхідно виконати наступні дії:

- а) знайти принцип дії функції F_{XB} на БО, тобто визначитися з його функціональною та векторною спрямованістю;
- б) сповістити центральну нервову систему про знаходження інорідної функції F_{XB} у складі організму та отримати команду стосовно її ліквідації;
- в) знайти найбільш вразливі ділянки функції F_{XB} , тобто провести достеменний спектральний аналіз молекулярних структур об'єкту;
- г) відшукати у своєму складі найбільш дієві засоби руйнування функції F_{XB} ;
- д) сформувати необхідні інформаційні сигнали для центральної нервової системи БО;
- е) отримати команду дозволу на руйнування функції F_{XB} та вироблення біохімічних сполук відповідної дії.

Але якщо БО неспроможний зробити відповідну протидію для функції F_{XB} , то у наступному етапі в дію вступають лікувальні засоби. На все це втрачається час $t_1 - t_0$. Лікувальний засіб, який потрапляє в організм БО, у момент t_1 , діє не митьєво, а поступово, набираючи потужність у часі t_2 . У момент t_2 лікувальний засіб своєю дією має найбільшу потужність впливу на організм БО, оскільки стабілізує спадання функції F_{BO} і поступово переводить її у стан функції F_{BO}^+ , тобто одужання.

Таким чином, у момент t_2 стан БО F_{BO}^+ починає стабілізуватися і набуває позитивних зрушень, але процес дії функції F_{pg}^1 не припиняється. Функція F_{pg}^2 є

прикладом меншого дозування, але все одно пікове значення її дії співпадає з часом t_3 . Динаміка дії обох функцій є такою, що функція F_{BO}^+ має максимальну динаміку і стабілізується на рівні значно вищим за нормальний, тобто 1,0. Такої стабілізації функція F_{BO}^+ набуває у певний час t_4 , який є залежним від властивостей організму БО. Водночас цей стан частково підтримується спадаючими функціями F_{pg}^1 та F_{pg}^2 . Коли функція лікувального засобу починає спадати, тобто вона залишає параметр БО «сам на сам» з хворобою, починають діяти підсилені параметри імунної системи організму, котра намагається вивести параметр F_{BO}^+ на нормальний рівень, тобто 1,0. Як наслідок, зростання функції F_{BO}^+ припиняється, і вона починає спадати. Здебільшого це спадання відбувається за рівень 0,95 і нижче, але не досягає рівня 0,707, оскільки є залишкова дія лікувального засобу. У межах часу t_5 вона досягає мінімуму (уявний стан хвороби), після чого стабілізується у межах рівня від 0,95 до 1,0. вихід функції F_{BO}^+ на нормальний рівень 1,0 є абсолютно нереальним, оскільки вона отримала удар функції F_{XB} , тобто система забезпечення параметру F_{BO} отримала частковий знос. Це є перший чинник. Другим чинником є дія фантому брукту (ФВ), тобто поступової деградації системи як такої. Як наслідок, за інтервал часу від 0 до t_B поступово знижуються. Якби БО не мав системи протидії функції F_{XB} (внутрішньої функції стабілізації), то при досягненні рівня 0,5 починаються практично незворотні процеси, а при рівнях 0,2 та 0,1 здійснюється його загибель. Це відповідає тому, що якщо БО не виробляє відповідної реакції, то її постійно необхідно штучно підтримувати у різний спосіб.

Головний висновок, який необхідно зробити з усього вище обумовленого, це те, що існує затримка у розвитку функції F_{XB} в масі БО від початку її дії (час t_0) до загибелі об'єкту (час t_B). Інкубаційний період, у час якого

виникають нові ознаки захворювання (дії F_{XB}), визначиться за спадання параметру F_{BO} до рівня 0,707. Час для досягнення максимальної потужності дії функцій F_{pg}^1 та F_{pg}^2 визначиться як $t_3 - t_1$. Час пікової реакції організму БО визначиться як $t_4 - t_1$. Певна стабілізація водночас відбувається за часу $t_6 - t_0$.

Якщо полишити вторинні параметри та перейти до абстрактного трактування подій, які ми розглянули, то можна дійти висновку, що:

- існує низка функцій дії позитивного та негативного спрямування;
- всі ці функції мають свій початок дії та досягнення максимуму, що пояснюється типовою інерційністю всіх систем БО, БТО тощо;
- всі ці функції мають векторний характер, оскільки спрямовані на конкретну дію
- векторна різниця цих функцій ніколи не буде дорівнюватиме нулю, оскільки вектори є плинними у часі.

Надалі такі векторні пари будемо називати координатами АС. У фізичному розумінні не тільки такі дуальні пари векторів – це вектор дії та протидії, які впливають на стабільність АС у просторі. Кожний дуал \vec{D}_F намагається отримати стабільність у просторі, але має обмеження типу:

$$\vec{D}_F = \vec{1} - (\overline{\Phi B}), \quad (3.68)$$

$$\text{де } \vec{D}_{Fi} = \vec{F}_i(t - \tau_i) - \vec{F}_{i+1}(t - \tau_{i+1}). \quad (3.69)$$

Для АС, на яку впливає комплекс таких параметрів, характерною залежністю системи таких координат є наступний вираз

$$\sum_{i=1}^{i=n} \vec{D}_F = \vec{1} - (\overline{\Phi B}). \quad (3.70)$$

Наведемо ще кілька прикладів для пояснення принципу дії АС координати, наприклад, загально відомий закон Архімеда, який діє на будь-який об'єкт, що знаходиться у рідині. Якщо відкинути всі вторинні чинники, ми повинні констатувати вплив взаємодії протидіючих сил. У випадку розчинення (наприклад, фармакологічної речовини) у рідині, будь-яка речовина

розчиняється з кінцевою швидкістю, що визначає у своєму формуванні залежність (3.70). Цей процес є занадто довгим, оскільки визначення середньої статистичної ситуації є вельми невизначеним. Так, наприклад, броуновський рух можна прийняти за основу так, що він є кінцевим бар'єром, до якого наближається функція (3.70). Як наслідок, отримуємо ситуацію, що була описана у попередніх підрозділах розділу 2.

Отже, відкидаючи всі вторинні чинники, маємо можливість стверджувати, що будь-яка система (БО, БТО тощо) знаходиться під дією низки зовнішніх сил (подразників), які не дають їй зупинитися відносно початкової координати. Комплекс цих сил, незважаючи на їх походження, є негативними, оскільки в основі їх дій є дестабілізація АС.

Якщо відволікатися від усіх процесів та зосередитися на головному напрямку, тобто векторній спрямованості, то ми маємо можливість відтворити первинне моделювання стосовно абстрактної сутності. У цьому випадку маємо взаємодію двох дуальних векторів як у виразі (3.70). Водночас дія вектора $F_i(t - \tau_i)$ викликає аналогічну протидію у системі БО у вигляді функції $F_i(t - \tau_{i-1})$, яка намагається компенсувати дію зовнішньої функції таким чином, щоб компенсувати всі можливі негативні наслідки.

У результаті отримуємо дві роторні функції, які зорієнтовані на момент старту, як за ситуацією (рис. 3.16) час t_0 . У цьому випадку можна дійти розуміння того абстракту, який відтворюється у системі дія – протидія.

Отже, маючи дві протидіючі функції, які є нестабільними у просторі та часі, маємо можливість констатувати наступні особливості, які поєднують цей процес, а саме:

- обидві функції (фізичні, хімічні тощо) є поєднаними між собою, що є підґрунтям закону безперервності дуальності у просторі та часі;
- функції реакції $F_{i-1}(t - \tau_{i-1})$ завжди є запізненими по своїй фазі, оскільки τ_i ніколи не може бути рівним τ_{i-1} через низки фізико-

хімічних чинників;

- амплітуда функції реакції завжди буде відставати від амплітуди зовнішньої дії (подразника);
- частота, фаза та інші параметри протидіючої сили завжди будуть самоналагоджуваними до сил зовнішньої дії (подразника), але будуть залежні від властивостей АС.

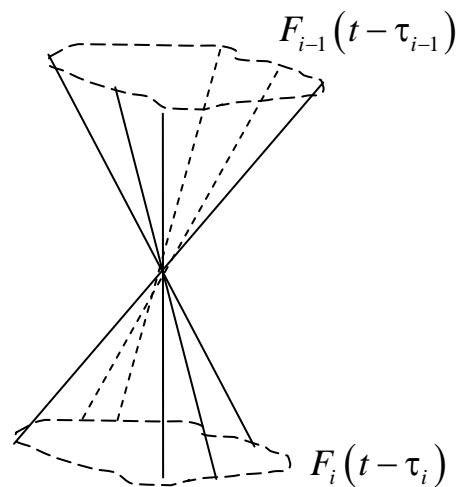


Рисунок 3.16 - Векторна діаграма дуалу \vec{D}_i

У широкому сенсі слова «дуал або координата» необхідно вважати як векторний комплекс двох протидіючих векторів, один з яких намагається зсунути початок координат, а інший відновити. Наслідком цієї тези є закон агресії, тобто за відсутності певної протидії або зовнішніх, або внутрішніх АС працює на пошук такої протидії. Це означає, що якщо внутрішня протидія не знаходить відповідного зовнішнього опору, вона буде розповсюджувати свою дію доти, доки не знайде відповідної протидії. Таке явище може бути як розпізнаним як провал координати. Що є головним у цьому наслідку, це те, що навіть не маючи агресивних намірів, кожна АС намагається утриматися у визначеній системі координат.

Стосовно дії зовнішніх сил (подразників) АС знаходиться під їх тиском, а тому існують наступні ситуації:

- у першому випадку АС має засіб протидії з максимальною швидкістю виконує процес компенсації її впливу, при цьому є максимальне співпадання по фазі;
- у другому випадку АС має засіб протидії, але існує значне розходження по фазі і необхідно мати відповідний час на стабілізацію ситуації;
- у третьому випадку АС не має засобу протидії, і тому повинна терміново їх виробляти. Для цього потрібно мати дуже великий час.

У всіх цих випадках АС перебуває в екстремальних ситуаціях, тобто у стані дестабілізації. Як наслідок, вона знайшла певний засіб стабілізації, який повернув би її у початкову систему координат. Водночас використовуються будь-які засоби, що допоможуть відновити стан відносної стабілізації.

Якщо підсумувати все вище наведене, то можна уявити наступне. Вектор зовнішньої дії (подразника) має циркуляцію у межах визначеного центру координат, навколо якого він виконує обертання. Аналогічна ситуація є притаманною і вектору протидії. Якщо перейти до широкого узагальнення, то вектор зовнішньої дії (подразника) постійно знаходиться у пошуку вектора протидії, а вектор протидії постійно знаходиться у пошуку вектора зовнішньої дії (подразника).

Отже, можемо створити уявне моделювання функції дуалізму (координати) у просторі, коли кожний вектор у процесі свого руху своєю вершиною утворює криволінійну сферу в просторі (рис. 3.17).

Верхівка вектору, яка виконує поверхню сфери, фактично обмежує об'єм, який є пропорційний енергетиці, яку використовує АС для підтримки вектору протидії \vec{F}_B .

Енергетика вектору \vec{F}_3 має свої розміри сфери, які відповідають енергетиці зовнішньої дії (подразника).

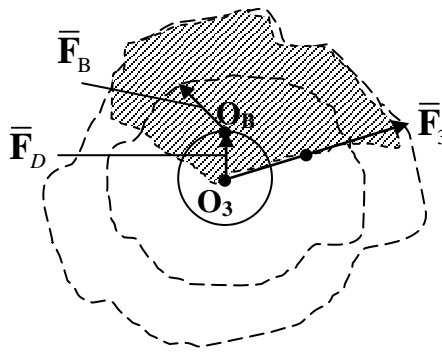


Рисунок 3.17 – Принцип дуалізму векторної взаємодії

У відносно спокійному стані обидві сфери мають відносно стійку стабільність, яка зводиться до дрейфу вектору \vec{F}_D , тобто фактично дрейфу центрів O_B, O_3 один відносно іншого. Відносно загального руху вектору \vec{F}_D у повністю ідеалізованому стані має такі відхилення, які не реєструються у жодний відомий спосіб. Тим не менш, величина вектору \vec{F}_D відповідатиме вектору фантому брукху за виразами, наведеними у розділі 2, що є величиною ніколи не рівною нулю. При нормальному розвитку подій векторів \vec{F}_3 та \vec{F}_B дрейфують один за одним, намагаючись збалансувати систему АС у просторі, а їх розходження у час і просторі даватиме опис дрейфу вектору \vec{F}_D . Як наслідок розходження у енергетиці (об'єм сфер), буде оцінюватися сферою, яку відтворює у своєму русі вектор \vec{F}_D . Якщо розглянути цю ситуацію у більш широкому розумінні, то ми, наприклад, вважаємо, що вектор протидії \vec{F}_B є виробленим відносно вектора \vec{F}_3 у мінімальній дії (щеплення) в організмі. Як наслідок, вектор \vec{F}_3 контролюється вектором \vec{F}_B таким чином, щоб його потужність не виходила за межі дозволеної величини. Саме на цьому принципі побудовано систему імунітету будь-якого організму. Але, якщо уявити, що існує ціла низка захворювань, то ситуація відображена на рис. 3.17 є лише

приватним випадком контролю за окремо обраним захворюванням. Якщо розглядати цю проблему у комплексі, ми маємо низку векторів \vec{F}_3 , які здебільшого мають ще і вторинний зв'язок між собою. Відповідно до цього існує ціла низка \vec{F}_B , яка їм протидіє і контролює їх стан. Але постійно контролювати стан \vec{F}_3 певної обраної хвороби вкрай нелогічно і не економно з енергетичного погляду. Тому всі БО контролюють стан низки \vec{F}_3 почергово у чому і існує основна проблема захворювання, тому що це момент втрати координати. Відбувається це через періодичність контролю \vec{F}_3 , коли вона діє у проміжках процесу контролю. Водночас вектор \vec{F}_D втрачає стабільність як такий, оскільки являє собою результат комплексної взаємодії.

Отже, у підсумку необхідно зауважити наступне.

По-перше, всі об'єкти (БО, БТО тощо) утримуються у стані рівноваги внаслідок комплексної взаємодії зовнішніх чинників, сил, подразників та внутрішніх сил протидії.

По-друге, під поняттям дуалу або координати взаємодії необхідно мати на увазі саме той чинник, силу тощо, що утримує об'єкт у відносно стабільному стані.

По-третє, якщо хоча б один з діючих чинників, сил тощо, перевищує норму, об'єкт виробляє адекватну протидію, але із запізненням, яке є властивістю сутності.

По-четверте, якщо хоча б один з діючих чинників, сил тощо, або зникає, об'єкт починає пошук цього подразнику у просторі, аж поки не знайде відповідну протидію.

По-п'яте, якщо при зникненні діючого чинника (подразника), об'єкт не знаходить відповідності підтримки (протидії), він втрачає стабілізацію у просторі та часі – спостерігається ефект провалу координати, який може призвести до його руйнації або загибелі.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

1. Обґрунтовано теоретичні засади взаємодій лікувальних засобів (хімічних фармакологічних речовин) із біологічними та біотехнічними об'єктами.
2. Розроблено загальні аналітичні моделі спектральної функції лікарських засобів, на підставі яких обґрунтовано класифікацію лікарських засобів за ознаками спектральної функції, яка визначає напрямок спрямування лікарських засобів як у часі, так і на конкретну частину організму.
3. Досліджено параметри та залежності динаміки впливу лікувальних засобів на біотехнічні об'єкти, які довели, що лікарські засоби потрібно використовувати із врахуванням ритмів частин системи біотехнічних об'єктів.
4. Досліджено ситуацію щодо критичних випадків дії абстрактного лікувального засобу на біотехнічний об'єкт, що є необхідним при рекомендаціях щодо вживання як конкретної фармакологічної речовини, так і їх комбінацій.
5. Наведено основні засади теорії координат лікувального засобу як абстрактної сутності, а також досліджено варіанти побудови концентрованого лікувального засобу (пігулка) та розглянуто їхні позитивні та негативні властивості геометрії побудови з погляду швидкості взаємодії у системі БО (БТО, ПО).

РОЗДІЛ 4

ЗАСАДИ ПОБУДОВИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНТЕГРОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ

Створення нових інформаційних технологій діагностики, інтегрованих за лікуванням широкого спектру захворювань неможливо без моделювання взаємодії БТО із зовнішніми подразниками, що надає можливість загальної побудови фантома досліджуваного об'єкту, тобто БТО, лікувального засобу незалежно від його походження (фармакологічні речовини, фізичні поля тощо) для визначення механізмів взаємодії внутрішніх полів БТО із зовнішніми полями при спостереженні за станом БТО, діагностиці тощо. Це є актуальним у медичній практиці, при побудові засад створення інтегрованої апаратури, яка містить модулі опромінювання та діагностичні модулі, що базовані на різних фізичних засадах. Від належної роботи модулів реєстрації інформації внутрішніх і зовнішніх полів об'єктів взаємодії залежить надійність діагностично-лікувального процесу.

4.1. Концептуальні засади побудови основних типів відчутників інформаційно-діагностичної інтегрованої системи

У попередніх розділах вже було розглянуто основні принципи існування БО, БТО у межах певної зони, сутність яких полягає у тому, що об'єкт весь час знаходиться у межах свого ареалу. До того ж цей процес спостерігається у межах часового інтервалу від народження до загибелі, тобто біологічного знищення. Як показують розвідки стосовно цього процесу всі БО, БТО, ПО, ТО перебувають у стані постійної взаємодії із зовнішніми фізико-хімічними полями. Фізико-хімічний ареал є більш менш стабільним у дуже обмеженій площі, тобто межі існування. Живі об'єкти рослинного походження, мікроорганізми у межах свого ареалу мають менш рухливу динаміку ніж цілісні системи ссавців, а тому їх ареали зазвичай значно менші. У цьому випадку

динаміка розповсюдження об'єктів рослинного походження триває роки, а розповсюдження ссавців триває місяці або менше. Тут необхідно зауважити, що ареал розповсюдження об'єктів рослинного походження обмежений фізико-хімічними властивостями ґрунтів, коли рослина досягає піку свого розвитку і зовсім інша ситуація виникає без такої спектральної фізико-хімічної підтримки. У цьому випадку живий біологічний об'єкт (рослина) існує на межі своїх можливостей у порівнянні зі своїми аналогами у кращих умовах існування. Аналогічна ситуація стосується також ссавців, які перебувають у повній залежності від рослинного ареалу, тобто типовий природний колообіг.

Як наслідок, до обумовленого вище необхідно зробити висновок, що всі БО, БТО, ПО, ТО, які перебувають на поверхні земної кулі, знаходяться під дією різного роду польових структур. У тому випадку, якщо взаємодія польових структур БО, БТО, ПО, ТО із зовнішніми полями є незадовільною, стан об'єкту є хворобливим, у гіршому випадку він підлягає біологічному знищенню.

Отже, звідсіля вибудовується перша теза щодо побудови інформаційно-діагностичної системи за новим принципом. Сутність полягає у наступному: оскільки кожна сутність знаходиться у низці польових структур, то повинні існувати дві контрольні-вимірні системи. Перша є опорною, яка фіксує відносну величину потужності полів у межах перебування об'єкту у визначеному ареалі. Друга система є система контролю реакції об'єкту на ці поля. Лише тільки після цього здійснюється порівняльний аналіз та робляться відповідні висновки.

Отже, основний принцип побудови інформаційно-діагностичної лікувальної системи це є визначення опорного сигналу, відносно якого визначаються відхилення. За такого вирішення проблеми існує наступна модель побудови будь-якого діагностично-лікувального комплексу, який має надійні характеристики інформаційної функції у межах певного спектрального діапазону як зовнішньої дії, так і внутрішньої протидії.

Оскільки загальний аналітичний апарат роботи комплексу має фрагментарний опис, то основне завдання цього розділу полягає у розгляді основних принципів побудови інформаційно-діагностичної лікувальної системи. Наразі побудова такої системи може бути відображена наступною структурною схемою (рис. 4.1).

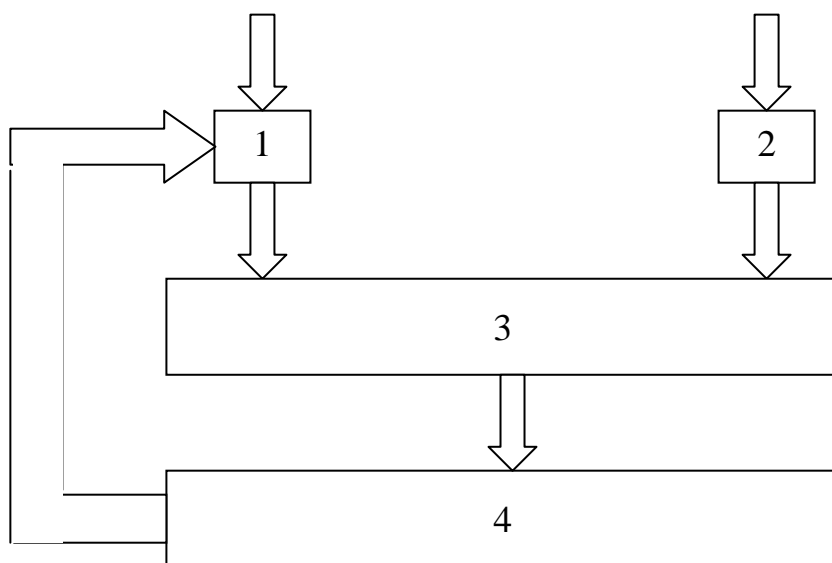


Рисунок 4.1 - Загальний принцип побудови інформаційно-діагностичної лікувальної системи, де: 1 – низка відчутників, встановлених на об’єкт, 2 – відчутники опорного поля (калібратори), 3 – система порівняльної обробки інформації, 4 – аналізатор стану об’єкту та корекції діапазону роботи відчутників

Такий комплекс є стандартним стосовно функції діагностики. Проте проблема полягає у тому, що чинник опорного поля майже не застосований у системах діагностики та лікування. Прикладом врахування таких чинників може бути апарат Рівароччі, який одночасно реагує як на зовнішній, так і на внутрішній тиск у системі БО. Як наслідок, існує ціла низка приладів медичної

діагностики, які вимагають технологічної операції «обнуління» для визначення того чи іншого вимірювального параметру.

Отже, все базується на порівняльному аналізі зовнішнього поля та внутрішніх реакцій об'єкту дослідження. Відповідно до цього обґрунтовані концептуальні вимоги до побудови відчутників поля.

Здебільшого з огляду на фізико-хімічні властивості відчутники поля можуть бути двох типів:

- відчутники, які реєструють поле як таке, тобто йдеться про його наявність та загальну інтегральну функцію;
- відчутники, які реалізують контроль величини та напрямку вектора силової дії.

Відчутники першого типу (опорні) є статичними приладами, які вкрай рідко переміщуються із однієї координати в іншу. Це є характерною ознакою польової метрології (лабораторії вікового ходу), котрі визначають митьєву та вікову динаміку зміни потужності польових структур. Тобто такі лабораторії виконують функції координат поля, пов'язаних із координатами земної кулі у межах визначеної місцевості (наразі такі лабораторії є у кожній державі світу), які пов'язані між собою мережами зв'язку та передають вимірювані значення одна одній. У цих лабораторіях контролюють гравітаційне поле, магнітне поле, акустичне поле, електричне поле Землі, часові характеристики тощо. Вимірюються параметри магнітних, акустичних, електричних збурень Землі, які зокрема впливають на стан здоров'я людини. Подібних точок нараховується велика кількість для охоплення всієї території. Тим не менш, подібна система покриття з огляду на геофізику може бути вкрай неадекватною у проміжках між опорними пунктами. Як наслідок, це призводить до того, що необхідно покривати великі площі сітками опорних пунктів, прив'язаних за координатами до конкретних лікувальних закладів для виявлення конкретного стану досліджуваного об'єкта. Наразі усе обумовлене вище вказує на те, що необхідно мати не лише стаціонарні системи вікового ходу, а і мобільні

(портативні) комплекси для покращення діагностики у різних місцевостях. Наразі подібних систем у лікувальних закладах не існує взагалі.

Тому в цьому випадку варто використовувати відчутники другого типу. Для відчутників другого типу реєстрація стаціонарного поля як такого є вторинною функцією. Основна функція цих відчутників є визначення напрямку вектора зовнішньої дії. Ці відчутники, хоч і не мають високих точностних показників у статичному стані, тим не менш досить добре працюють при визначенні просторових координат векторів різного напрямку дії. Особливою привабливістю є невеликі розміри, завдяки чому цей тип відчутників може бути розташованим ледве не у будь-якій крапці простору. Без наявності динаміки руху у просторі такі відчутники з деяким наближенням можуть виконувати функції елементів опорного відліку координат польової структури.

Наразі, як видно з розгляду, існують лише два основних принципи побудови відчутників. Усі інші не можуть мати принципових відмінностей, а будуть лише додатковими, які у певний спосіб поліпшують якісні показники роботи.

Отже, враховуючи загальну кількість підконтрольних параметрів та відповідні можливості сучасних технічних систем, будемо орієнтуватися на наступні засади побудови основних відчутників контролю реакції та параметрів БО, а саме.

Контроль панданної зони, оскільки динаміка її зміни однозначно вказує на певні проблеми існування БО (БТО, ПО) у контексті взаємодії із навколишніми об'єктами.

Контроль реакції БО на гравітаційні навантаження різної спрямованості, оскільки це параметр її силових можливостей.

Контроль реакції БО на ЕМП, оскільки саме цей параметр у першу чергу впливає на стан нервової системи живого об'єкту.

Контроль електростатичного поля БО (БТО) як показника загального стану поверхні панданної зони цілісної системи живого об'єкту.

Контроль реакції БО на акустичний вібраційний зовнішній вплив як подразника його стабільного стану в процесі життєдіяльності.

Контроль реакції БО на зовнішнє ЕМП оптичного діапазону як чинник захисних можливостей шкірного покриття, зорової та нервової системи організму.

Контроль реакції БО на фізико-хімічні подразники, зокрема фармакологічні речовини хімічного та рослинного походження, які розподіляються на дві групи:

- до першої групи відноситься вплив різних фізико-хімічних сполук, дія яких на БО (БТО, ПО) є однозначно негативною, тобто це є речовини, які пригнічують функції організму і є шкідливими для нього;
- до другої групи необхідно віднести фізико-хімічні сполуки, які є умовно позитивними. Такої ситуації, коли усі фармакологічні речовини є корисними не існує, оскільки будь-який лікарський фармакологічний засіб завжди без виключень має подвійну дію впливу на живі об'єкти. Ця група речовин завжди має цілком спрямовану дію на певну частину БО (БТО), а також ПО у масі БО, але водночас має низку побічних дій. Якщо перша група має реальну негативну дію, то друга група має прихований негативний вплив на тлі загальних позитивних ефектів.

Одним з найперших засобів контролю БО (людини) є контроль її ПЗ. ПЗ є основним передвісником будь-яких захворювань, а тому саме її контроль є найважливішим серед усіх інших. Оскільки ПЗ є основою до виконання будь-яких фізико-хімічних дій у навколишньому просторі, то саме він вказує у своїх відхиленнях можливі патології системи організму. В основі динаміки рухливості БО (БТО) полягає той факт, що за будь-якої хвороби взагалі у першу чергу спотворюється конфігурація ПЗ відносно ідеальної (уявної функції). Отже, якщо маємо уявну функцію динаміки БО (БТО) у просторі, то відносно неї маємо можливість створити потенційну образ-функцію захворювання. В основі цієї тези полягає фундація впливу будь-якої хвороби

на загальний стан організму. Тобто, як наслідок, будь-яка хвороба БО (БТО) послаблює можливості ПЗ у виконанні своїх функцій. ПЗ як така є основною функцією силової взаємодії з навколишнім середовищем, а ЗП є інформаційною попереджувальною. Як наслідок, саме ці зони є найбільш підконтрольними. Наразі у світі використовуються кілька схожих методик у спотвореному вигляді, оскільки основною метою ставилися дещо інші науково-технічні завдання. Окрім того, незнання основних принципів існування ПЗ призвело до цілої низки спотворень кінцевого результату, в основі яких полягає неврахування ситуації із уявною ПЗ та зоною присутності БО (БТО). Тобто реєструється саме випадок руху як такого без врахування руху технологічного фантому. У цьому випадку ми фіксуємо ситуацію реального руху, але зовсім не враховуємо уявного (ідеального).

Отже, спираючись на механіку руху БО як такого, ми маємо можливість констатувати той факт, що наприклад опорно-рушійний апарат, який є притаманним людині, тварині, необхідно моделювати як суто механічну систему, яка відпрацьовує низку просторових дій у панданній зоні та зоні присутності для реалізації своїх засобів існування. Таким чином, не заглиблюючись у особливості роботи опорно-рушійного апарату, маємо можливість визначати низку фізичних рухів у навколишньому просторі навколо БО (БТО). Звісно, будь-який БО (БТО) намагається створити максимально потужну панданну зону. Для отримання такої потужності у зоні БО (БТО) використовують опорно-рушійний апарат (кістяк) як максимально потужну біологічну конструкцію або побудову біологічної сутності. Саме він створює ту силову арматуру, на якій базується вся м'язова рушійна система, витримує максимальні навантаження, а м'язи та шкіра є елементами його захисту. Отже, при будь-якій зовнішній дії агресивного характеру руйнуванню підлягає кожний шар матерії БО (БТО) послідовно, на останньому місці - кістяк. При всій досконалості цієї біологічної конструкції вона має низку вразливих крапок свого існування.

По-перше, командна (нервова) система організму, яка керує м'язовою системою БО, яка пов'язана з цілою низкою хвороб. По-друге, враження шкірного покриву організму, яке як первинна система захисту теж має низку патологій, які можуть бути локалізовані візуально. По-третє, м'язова система БО, силові параметри дії якої є основою виживання БО, має низку хвороб. По-четверте, опорно-рушійний апарат (кістяк), зокрема суглоби, має низку захворювань, як силова основа організму в комплексі з попередніми чинниками не може виконати низку функцій. В основному це проглядається у тому випадку, коли динаміка не дозволяє виконати відповідних кутів руху у просторі, внаслідок чого зменшуються розміри панданної зони та можливостей виживання БО.

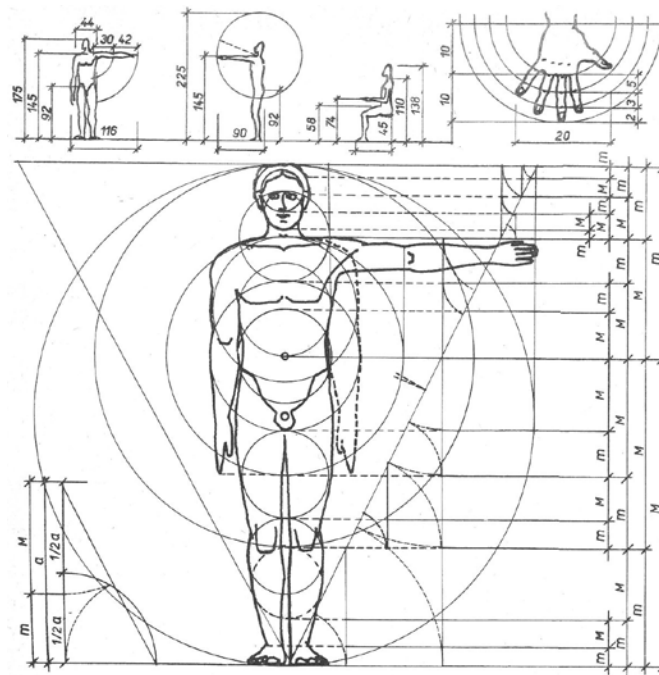
Наразі є більш вживаними дві методики, які застосовуються у біотехнічних дослідженнях. Одна з них є більш відома. Сутність полягає у тому, що на всі критичні крапки кріпляться світлові маячки. Водночас на чорному тлі (опорне тло) досить добре проглядаються всі рухи БО, які не може пролонгувати обчислювальна система комп'ютера. Використовується подібна методика при 3D моделюванні руху, але не дає можливості оцінки захворювання прототипу об'єкта у загальній системі. Отже, не маємо реального результату, оскільки невідома динаміка прототипу об'єкта. Таким чином, необхідно однозначно визначитися з поняттям опорної системи координат, яка буде системою відліку відхилень. У цьому випадку виникає досить велика проблема, оскільки стан будь-якого БО (БТО) певний лікар ідентифікує як «задовільно здоровий». Але подібне поняття є суто суб'єктивним, коли необхідно мати суто математичний опис процесу. Тобто це не є методика, а лише констатація. В другому варіанті використовується методика, яка прийнята у системі NASA стосовно визначення працездатності космонавтів. Ця методика є більш наближеною до реальної, оскільки вона контролює стан об'єкта після різнотипних навантажень. Сутність методики полягає у наступному. Існує трафарет певного слова, згідно якого піддослідний

повинен записати це слово до відповідних дослідів. Відповідно записується траєкторія руху руки у межах трафарету. Після проведення дослідів піддослідний повинен записати це слово у трафарет. Методика базується на тому, що будь-який трафарет має своє обмеження, а лінію необхідно провести у середині між бар'єрами цих меж. Відхилення від траєкторії руху оцінюється суто суб'єктивно лікарем, а не математично. Отже, подібна система не може бути досить ефективною. Звідсіля слідує висновок, що загальна система контролю побудови ПЗ, хоч і схожа на попередні випадки, тим не менш може бути лише один факт, а саме будь-яка траєкторія руху в межах ПЗ повинна бути описана аналітично, а також фізично достеменною. Для того, щоб реалізувати цей принцип побудови контролю та діагностики необхідно мати у своєму підґрунті модель, яка надає опис основ динаміки руху частин об'єкті в межах уявної панданної зони (технологічний фантом). Така модель як фрагмент загальної концепції повинна мати наступні складові:

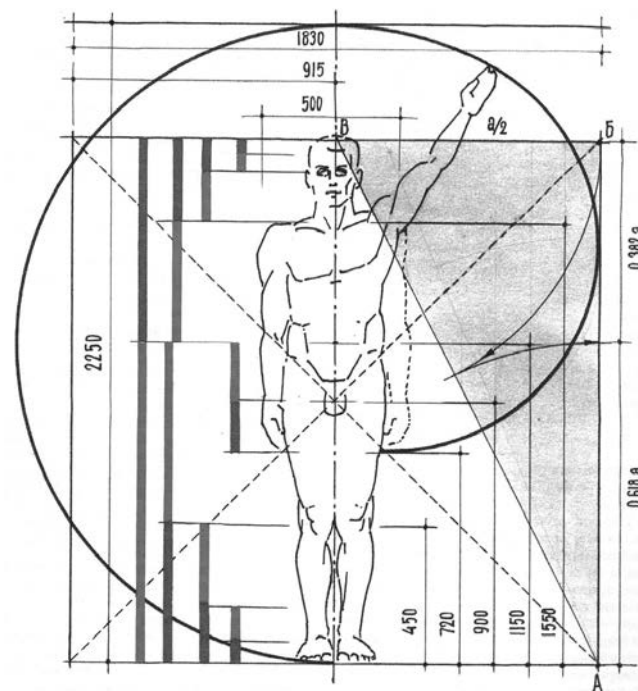
- узагальнений принцип дії (руху) БО (БТО) у просторі, який спирається на його загальну кінематику;
- математичний апарат моделювання руху ідеалізованої (уявної) біологічної сутності, який дозволяє проводити масштабування за віком та розмірами.

Отже, отримати таку інформацію стосовно БО (людини) можна, спираючись на засади побудови класичної моделі (рис. 4.2, а,б). Як видно із рис. 5.2, всі співвідношення рухливих частин тіла людини пов'язані між собою чіткими аналітичними залежностями на засадах «золотого перерізу». Тобто модель людського тіла може бути математизованою, дані занотовані у базу даних обчислювального блоку (комп'ютера).

На наступному етапі досліджуємих об'єкт облаштовується сигнальними маркерами спеціальної конструкції (рис. 4.3). Принцип дії маркера полягає у наступному. Один або низка світлодіодів встановлюється на досліджуємому об'єкті. Водночас задача маркера полягає у тому, щоб у 3D системі відтворити реальні рухи людини як риску в просторі.



а)



б)

Рисунок 4.2 – Класичне моделювання панданної зони тіла абсолютно здорової людини (технологічний фантом I роду) [61], де: а) класичні співвідношення геометричних розмірів органів людини у межах панданної зони; б) класичні розміри рухів зовнішніх органів людини у межах панданної зони

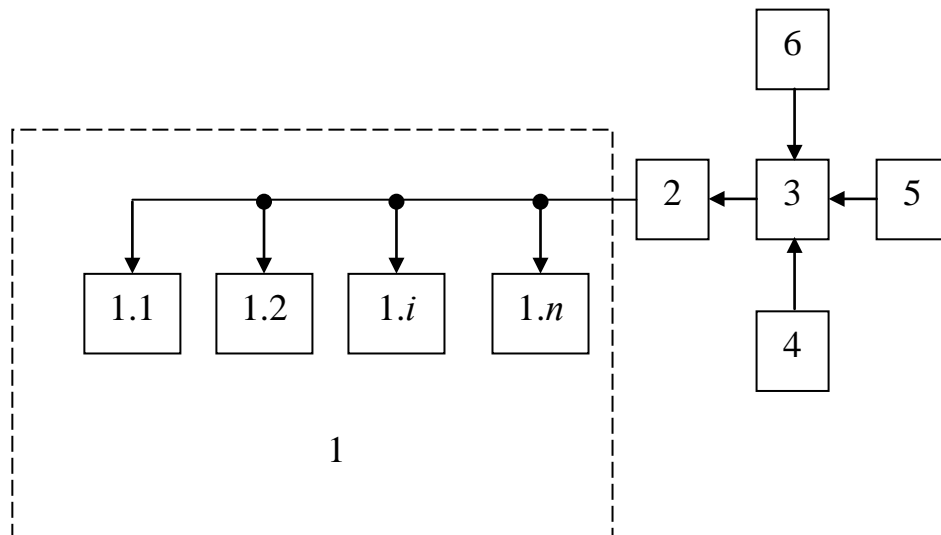


Рисунок 4.3 - Блок-схема сигнального маркера, де: 1 – 1.1, 1.2,..., 1.i,..., 1.n – світлодіоди, 2 – буферний підсилювач імпульсів, 3 – високостабільний генератор частоти імпульсів, 4 – система керування довжиною маркера імпульсу, 5 – джерело живлення, 6 – модуль синхронізації

Подібна риска у просторі є однозначною ідентифікацією у дискретний спосіб контролю руху. Отже, як наслідок, будь-який маркер, встановлений на масі БО (людини), може відтворювати детерміновану траєкторію руху. Ці маркери встановлюються на крапках зміни траєкторії руху, тобто суглоби. В особливих випадках контролюються відносно статичні частини організму. Модуль маркера при цьому має високостабільний генератор 3 частоти, яка керуєма блоком 4. Наразі всі система планується автономною, оскільки одиночні маркери встановлюються на перерізі суглобів, що надає можливості контролю руху вузлових крапок організму.

Якщо то є поодинокі маркери, то у цьому випадку контролюється рух БО (БТО) у просторі ПЗ. У цьому випадку контролюється векторна діаграма руху БО взагалі і кожного окремого органу конкретно.

Загальний принцип побудови означеної методики полягає у наступному. Існує ідеалізований людський організм, який необхідно сприймати як калібр за всіма параметрами. У випадку дії зовнішнього чиннику (подразнику) виникає певний дисбаланс системи організму як місцевого (локального) характеру, так і у цілому. Як наслідок, наприклад звичайна нежить відбивається на властивостях ПЗ як такої. Подібна ситуація впливає на розміри ПЗ, сутність якої полягає у тому, що людина не може розвинути повну потужність у межах своєї ПЗ. Подібні хворобливі вади однозначно мають спотворення траєкторії руху навіть у ситуації нежиті, яка не є досить потужним захворюванням.

У цій методиці є дуже важливим використання опорної сутності, відносно якої відбуваються вимірювання руху в просторі. Тобто, оскільки все це відбувається в оптичному діапазоні, то необхідно забезпечити загальний опорний світловий рівень, тобто чорне тло та координату $0 \rightarrow X$. Водночас пристрій реєстрації фіксує рухи об'єкту (БТО) в просторі та виконує інтегральну накладку математичної залежності руху та її реальної інтерпретації за визначеною програмою. Як наслідок, існує можливість порівняння векторних діаграм уявного та реального руху. У цьому випадку дисперсія цих типів руху даватиме інформацію про стан людини. Для цього розглянемо дуже простий випадок, коли маємо зразок хворої людини. Будь-які рухи такої людини будуть відрізнятися від зразка здорової у тому чи іншому параметрі.

Аналіз інтегральної векторної функції вказуватиме на ступінь розходження між параметрами ідеального БО та реального об'єкта БТО. Як наслідок, диференціальні та інтегральні описи мають відповідні розходження між зразковою дією та реальною, а, отже, є системою реального первинного контролю стану БТО. Попри всіх існуючих методик ця методика є найбільш дієвою, оскільки однозначно підтверджує достеменність теоретичних засад, викладених у розділах 2, 3, 4. Окрім того, ця методика дозволяє через реалізацію принципів суперпозиції на графоаналітичному рівні контролювати вплив лікувальних засобів. У цьому випадку застосування цих засобів

однозначно впливає на динаміку руху людини (тварини), тобто ссавців. Окрім того, все це просліджується у динаміці. Наразі жоден із існуючих засобів спектрального контролю дії лікувального засобу не може перевершити цю систему контролю реакції БО (БТО) на зовнішній вплив.

Введення системи синхронізації через блок 6 (рис. 4.3) дозволяє створити просторову образ-функцію БО, тобто ТФ. Водночас динаміка руху ссавця (людини, тварини) через маркери та блок реєстрації (відеосистему) вводиться в обчислювальний блок (комп'ютер), де порівнюється реальна динаміка руху БО з ідеальною, тобто ТФ. Завдяки програмному забезпеченню виконується відповідний математичний аналіз розходження між ТФ та його реалізацією. Система обчислює розходження між цими двома функціями. Як наслідок, можна просліджувати спектральні характеристики динаміки зовнішнього впливу, у тому числі і лікувальних засобів.

Концепція дослідження гравітаційної структури поля ссавця (людини, тварини) спирається на аналогічну методику, але деякими відмінностями. Сутність концепції полягає у наступному.

1. У межах кожного вектору від суглоба до суглоба накладаються еталонні вантажі з маркерами центра ваги.
2. Реєструються не тільки динаміка руху навантаженого та ненавантаженого організму БО.
3. Визначається динаміка руху під впливом лікувальних засобів.

Як наслідок цієї концепції, на основі опорного гравітаційного рівня маємо можливість спостерігати із великою точністю вплив будь-якого стороннього чиннику на стан БО. Принцип дискретного гравітаційного навантаження надає можливість контролювати фізико-механічні характеристики БО, які є повністю залежні від загального стану всього організму. Подібні характеристики побудовані у 3D системі дозволяють отримати «прив'язку» не тільки до конкретного навантаження у системі БО, але й динаміку впливу лікувального засобу (як окремого, так і інтегрованого фармакологічного та фізичного

впливу) на ці характеристики і, як наслідок, визначення спектральних характеристик цього впливу на них. Тобто у кінцевому випадку маємо можливість побудувати аналітичні моделі комплексу енергетичних просторово-часових характеристик БО. Водночас вся система дослідження повинна бути забезпеченою контрольним приладом стосовно потужності гравітаційного поля. Основна проблема цього приладу полягає у вимірюванні митьових значень гравітації внаслідок обертального руху Місяця навколо Землі.

Наступний вид дослідження, який необхідно проводити у системі БО, це дослідження його взаємодії з ЕМП. Як вже було показано у розд. 2, 3, ЕМП можна розподілити на три основних складових, при яких вони активно взаємодіють поміж собою. Тобто класичне ЕМП, яке являє собою електромагнітну хвилю в просторі, класичне магнітне поле, яке являє собою статичне поле без динаміки руху, класичне електричне поле, яке являє собою статичне поле без динаміки руху. Останні два види полів є умовно статичними, тобто квазістатичними. У реальності ці поля відносно динаміки руху БО ні в якому разі не можна сприймати як статичні, оскільки рух, притаманний БО у системі зовнішніх полів завжди викликає адекватну реакцію у будь-яких проявах ПЗ земної кулі. Ці польові структури мають нестабільні просторово-часові характеристики, а отже, необхідно орієнтуватись на їх плинний характер. Для цього необхідно визначитися з координатою поверхні земної кулі, де знаходиться контролюємий об'єкт. По-друге, необхідна прив'язка до зовнішнього поля, тобто створення трьох опорних рівнів, відносно яких вимірюються усі інші спотворення ЕМП. У цьому випадку повинні існувати відчутники трьох опорних рівнів, а саме електромагнітного, магнітного, електричного. Звісно, що на цей час існує низка приладів реєстрації опорних рівнів, але вони використовуються в інших напрямках саме техніки, а не медицини.

Тому основна концепція побудови системи контролю на засадах цих приладів – це необхідність додатку інформації про опорний рівень. Наразі

використати можна лише дві методики (положення концепції дослідження), які полягають у наступному.

Засадами першої методики є вимірювання абсолютних значень величини ЕМП, магнітного, електричного полів незалежно від опорного рівня. Наразі ця методика є розповсюдженою, але має дуже суттєвий негатив, а саме дуже низьку чутливість до процесів збурення.

За другим положенням концепції побудови відчутників системи діагностики є компенсаційна система дії. У цьому випадку використовуються компенсатори зовнішнього поля як, наприклад, кільця Гельмгольца. Використання подібної методики базується на тому, що у визначеному об'ємі компенсуються усі зовнішні поля (кільця Гельмгольца, МРТ). Водночас загальна структура поля стає практично ідеальною, тобто силові лінії мають плоскопаралельне розташування. Окрім того, вектор загального напрямку поля у визначеному об'ємі може бути керованим у будь-якому напрямку. Об'єкт дослідження (людина, тварина) розміщується у середині такого поля. Оскільки об'єкт має свої електричні параметри, то згідно законів Максвелла утворюються відповідні спотворення, які можуть реєструватися в різний спосіб. Привабливість цього положення концепції полягає у високій чутливості до будь-яких процесів, що відбуваються у системі БО не тільки у квазістатичному стані, але й у динаміці, що при застосуванні можливостей впливу цих дій.

Наступний тип досліджень, які необхідно проводити – це чутливість до вібраційно-акустичної компоненти. Здебільшого без виключень будь-який БО, БТО, у тому числі і людина, знаходиться у стані постійного вібраційно-акустичного опромінення. Принцип подібних вимірювань використовувався дуже давно, але при цьому використовувалися акустичні здібності лікаря, а не калібровані сигнали. У пропонуємому принципі концепції дії медичних засобів закладена схема дії, зворотня попередній. Тобто якщо попередня виконувала функції компенсації, то у цьому випадку виконується акустично «глуха» камера поглинання звукових подразників. Як і у попередніх випадках на пацієнта

встановлюється прилад реєстрації звукових хвиль, які реєструють їх зовнішні та внутрішні дії. Водночас система обчислювального блоку надає можливість відслідковувати та порівнювати зовнішні та внутрішні поля, спираючись на суб'єктивне сприйняття поля як такого. Така концепція побудови системи (, технології, комплексу) діагностики та лікування БО (БТО, ПО) надає можливості достеменного контролю лікувальних засобів та потужності їх впливу на організм людини (тварини).

Ще одним важливим параметром БО є чутливість до оптичного випромінювання у навколишньому середовищі. Окрім високочутливого очного елемента кожний БО має шкірне покриття, яке діє як елемент захисту та відіграє важливу роль у його існуванні. При цьому кількість принципів контролю та побудови відповідних відчутників для системи діагностики має кілька варіантів.

У першому варіанті це контроль оптичної системи БО як найбільш чутливої до оптичного випромінювання. Наразі ця система є найдосконалішою частиною БО із неперевершеними технічними та біологічними параметрами. Оскільки це є найбільш вразливою частиною БО (БТО), то на сьогодні розроблено прилади контролю ока, деякі з них виконують саме контроль реакції БО на світловий потік відносно загального оптичного тла. Таким чином, зосередженість саме на цій частині системи БО (БТО) призвела до появи цілої низки приладів контролю та діагностики. Основним недоліком цих приладів, що контролюють світловий потік зони присутності сусідніх об'єктів (приладу) є калібрування відносно зовнішнього потоку, оскільки в основі роботи приладів покладено відсіч зовнішнього оптичного випромінювання, тобто оптичного поля. Наразі подібні прилади можуть використовуватися як більш менш достеменні, але не повністю вірогідні, тобто це є проблема побудови кожного конкретного приладу. Як наслідок, маємо ступінь довіри до кожного окремо обраного приладу. Тому все це призводить до ситуації, коли ми не можемо визначитися у конкретній ситуації. Тобто якщо людина прийняла певний

лікувальний фармакологічний засіб або знаходиться після фізіотерапевтичного впливу, а діагностичний прилад сповіщає, що немає ніякої реакції, тим у суто суб'єктивній ситуації БО констатує той факт, що йому стало краще. Отже, у цьому випадку ми маємо спрямовану векторну дію лікувального засобу (або їх комплексу), який не потрапив у мішень приладу, але потрапив у мішень хворої частини організму.

Тим не менш очна система, хоч і виконує 90% сприйняття зовнішній інформації у зони присутності, є попередження про можливі агресивні дії стосовно БО, і є першою системою (ступенем) захисту. На другому етапі захисту працює динаміка панданної зони БО (БТО), але вона теж має свій захист у вигляді шкіри, що має низку унікальних особливостей. Для її конструкції висуваються вимоги стосовно стійкості відносно навколишнього середовища, оскільки виконує подвійну функцію: по-перше, це відповідна міцність стосовно зовнішніх агресивних впливів; по-друге, викид шкідливих речовин життєдіяльності організму. Отже, стосовно висунутої концепції побудови відчутників діагностично-лікувальної системи необхідно вимірювати швидкість реакції шкіри організму в режимі вхід – вихід. Найкращі результати при такій концепції може дати місцеве сканування фрагментів шкіри в оптичному діапазоні. У такому випадку результати сканування порівнюються з аналітичною моделлю структури шкіри. Водночас існує можливість не тільки контролю спектру поглинання та відбиття оптичного випромінювання, а й можливість виявлення дефектів побудови поверхневого шару БО (БТО). Як наслідок, існує можливість контролю реакції організму БО на введений лікувальний засіб або на їх комплексну дію при поєднанні фармакологічних та фізіотерапевтичних засобів за одну лікувальну процедуру, а також пролонгації їх дії. Відмінності у конструкції побудови шкіри будуть показувати на можливі патології як наразі, так і у майбутньому. Але цей принцип є диференціальним (локальним), за яким можна спостерігати місцеві спотворення в організмі і лише у широкому сенсі дійти висновку про загальний стан організму.

Отримати інформацію про інтегральний стан організму можна також, використовуючи тепловізійну техніку, яка контролює теплові потоки, що надходять від організму. Але ця методика має такий суттєвий недолік, як досить низька розділювальна здатність приладу реєстрації. Наразі існує можливість комбінування двох аналітичних моделей, тобто диференційної та інтегральної. У такому випадку отримуємо загальну модель з відповідними корекціями. У цій моделі диференціальна система контролю створює низку локальних опорних фрагментів, які потім зв'язуються в одну цілу розгортку поверхні БО (БТО). Відсутні фрагменти інтерполуються на засадах бази даних математичних моделей та їх реального вигляду, тобто для БТО будується ТФ та порівнюється із функцією реалізації. Подібна концепція надає можливість просліджувати динаміку змін стану БО протягом певного часу, що є дуже зручною інформаційною підтримкою контролю стану організму в процесі лікування.

Контроль реакції БО (БТО) на фізико-хімічні подразники є однозначно дуже складним процесом. Як вже згадувалося вище, цю дію умовно можна розділити на дві групи. Перша група – це дія низки однозначного негативного впливу на стан БО, а друга група – умовно позитивного впливу на стан БО.

У свою чергу, кожна із цих груп може бути поділена на дві умовних підгрупи та їх комбінації: перша підгрупа - фізико-механічний вплив на стан БО; друга підгрупа - хімічний вплив; третя підгрупа – комбінований, тобто поєднання двох перших типів впливу: фізико-механічний вплив, що призводить до появи хімічного впливу; четверта підгрупа – зворотної дії, тобто хімічний вплив, що призводить до появи фізико-механічного впливу. Попри велику схожість існує різниця у їх впливі на стан БО. Визначені типи дії зовнішніх подразників на об'єкт дослідження БО (БТО) обумовлюють фізичні принципи побудови відчутників для лікувально-діагностичних комплексів, тобто забезпечення реєстрації плинної інформації залежно від складнощів біологічної системи, яка взаємодіє із сукупністю зовнішніх подразників фармакологічного

походження та фізичних випромінювань технічних медичних модулів лікувально-діагностичного призначення. Аналітична обробка сигналів від цих відчутників у відповідному блоці обробки та керування є основою новітньої інформаційної технології, яка дозволить оцінювати динаміку впливу лікувальних засобів на біотехнічні об'єкти.

Отже, в першій підгрупі першої групи виокремлюються виключно механічні пошкодження організму, що впливають на розміри панданної зони БО (БТО). Це досить легко піддається візуальному контролю оператора, а також контролю автоматизованими відчутниками реєстрації інформації.

Друга підгрупа цієї групи має хімічний вплив такого типу, що не реєструється візуально, але досить легко реєструється за допомогою відчутників панданної зони та гравітаційного контролю відповідними відчутниками реєстрації інформації від об'єкта дослідження, зокрема відчутниками ЕМП, акустичних та хімічних індикаторів.

Третя підгрупа цієї групи є комбінованою, оскільки спершу БО (БТО, ПО) отримує механічну травму, до якої вносяться хімічні, біологічні сполуки, що призводить до загального пошкодження панданної зони організму. Методика контролю така ж сама, як у попередньому випадку, тобто об'єкт не виконує динаміки фізичного руху в просторі. Отже, як наслідок, оскільки об'єкт не витримує траєкторії рухів у ПЗ згідно рис. 5.2, то у цьому випадку повинні бути використані елементи індикації руху в просторі, котрі надають можливість оцінювання розходження між математичною моделлю ідеальної БО та її конкретною реалізацією. Для цього можуть бути використані як запропоновані оптичні маркери, так і окремі інтегральні модулі 3D реєстрації прискорення та швидкості руху, які наразі досить широко використовує промисловість. Наразі у запропонованій концепції існує лише одна проблема, тобто вироблення мікромодулю реєстрації прискорення та швидкості руху для розташування на поверхні БО.

Четверта підгрупа є також комбінованою із попереднім хімічним впливом та наступними механічними пошкодженнями. Наразі подібна дія є найбільш небезпечною для БО. Яскравим прикладом може бути опіки кислотами, лугом тощо, що потрапляють на шкіру, а також опіки слизових тканин внаслідок невдалого застосування фармакологічних речовин. У цих випадках випалюється поверхня біологічної тканини, тобто маємо подвійну діє – хімічну реакцію та механічне пошкодження. Методика контролю така ж сама, як у попередньому випадку.

Друга група за класифікацією, хоч і є позитивною за загальною спрямованістю, тим не менш є досить небезпечною за метою застосування. У цьому принципі основна небезпека криється у тому, що будь-який лікувальний процес, що нібито має цілеспрямовану функцію у межах цієї спрямованості, визначається низку розбіжностей з конкретною ситуацією. Як і у попередній групі тут існує негативна дія на БО. Жодна фармакологічна речовина або фізична дія не викликає однозначної реакції в організмі, тобто певний фізико-механічний вплив ще не означає конкретного впливу на визначений орган цілісної системи організму. Аналогічна ситуація виникає при застосуванні фармакологічних речовин. Якщо реально враховувати всі біологічні реакції організму, то корисно спрацює хіба що 50% фармакологічної речовини. У цьому випадку виникає проблема виявлення наслідків застосування фармакології та визначення характеру дії цих залишків на метаболічні функції організму. Однозначно можна стверджувати той факт, що ці відсотки просто у кращому разі розчиняються біологічними рідинами та розсіюються в організмі, не створюючи негативних реакцій. Тим не менш, досягти подібної ситуації в реальній клінічній практиці просто неможливо, а, отже, необхідно орієнтуватися на спектральну динаміку кожного лікувального засобу, що діє на об'єкт. Оскільки кожна речовина має свої конкретно уособлені спектральні характеристики, то необхідно підбирати саме такі спектри фармакологічних речовин, які діють на організм комплексно. А саме йдеться про максимальну

цілеспрямованість дії на хворий орган фармакологічних речовин та фізичних полів випромінювань фізіотерапевтичних приладів та за умови узгодження їх спектральних характеристик таким чином, щоб вони спонукали підтримку інших органів, що підтримують особливості роботи хворого органу. Тобто у цьому випадку виникає теза основного закону спектральної дії лікувального засобу: потужність максимальної дії лікувального засобу повинна співпадати із спектральними характеристиками хворого органу, а його лікувальний спектр повинен забезпечувати підтримку супутніх органів.

Отже, з першою підгрупою маємо фізико-механічний чинник. Наразі існує ціла низка фізико-механічних дій як лікувального чиннику. У першу чергу, необхідно згадати про існуючі прилади (або оператори), які здійснюють масаж органів тіла (вібромасажери, масажні кресла, кушетки тощо). Всі ці методики мають певну невизначеність стосовно конкретного людського органу. Більш конкретними методиками необхідно визнати методики рефлексотерапії (голковколювання, шіацу тощо).

Друга підгрупа – це суто хімічний вплив на БО. При потраплянні лікувального засобу в живий організм, він діє з різною швидкістю. В основі швидкості цієї дії є два хімічні процеси розчинення фармакологічних речовин в організмі: з одного боку, це можливості розчинення речовини в біологічних рідинах організму та перенесення в різні частини системи організму, що є дефундацією, а з іншого боку, це можливості створення у середовищі живого організму таких умов, за яких лікувальний засіб із максимальною швидкістю перетворювався би на потенційний ефект з відповідним результатом. Подібна ситуація вже розглядалася у п.п. 3.3, 3.4, де було показано динаміку впливу на стан БО лікувального засобу. Це повною мірою відноситься і до впливу фізичними полями на живий організм, а також при інтегрованій дії комплексом фізичних полів із фармакологічними речовинами разом.

Тобто хіміко-біологічні реакції є більш повільнішими за механічні, а тому їх здійснення у межах окремо визначеної частини цілісної системи організму

має плинний повільний характер. У цьому випадку йдеться про первинні ознаки подібної дії, яка проявляється від хвилин до кількох місяців.

Отже, за цей час відбуваються розналагодження динаміки, як у панданній зоні, так і у зоні присутності об'єкта. Швидкість дії лікувального засобу (окремого або інтегрованого чинника), у першу чергу, відбивається на зоні присутності БО (нервова система тощо), і тільки потім стає досить виразною у ПЗ. Тобто у цій ситуації ми знов таки спостерігаємо значний вплив саме на ПЗ БО. Як наслідок, неможливо констатувати той факт, що будь-який лікувальний засіб діє однозначно позитивно. Може йтися лише про те, що це є митьова дія, яка впливає на цілісну систему організму до відповідного рівня.

Стосовно третьої підгрупи, яка має комплексну фізико-механічну дію разом із хімічною, має свою специфіку, оскільки в основу покладено фізико-механічний чинник впливу на БО при хімічній (хіміко-біологічній) підтримці. Наразі існує кілька методик подібного лікування, наприклад, досить поширені захворювання хребта, коли застосовуються разом механічні впливи щодо розтягування хребцевих з'єднань разом із фармакологічними речовинами (бальзами, мазі тощо) та фізичні чинники від радонових сполук у воді. Подібна комплексна дія зовнішніх чинників інтенсифікує процес лікування, але має свої протипоказання, оскільки за умови передозування негативно впливає, наприклад, на серцево-судинну систему тощо. Подібні впливи комплексних зовнішніх подразників майже завжди призводять до тимчасового поліпшення динаміки ПЗ об'єкта із поступовим зниженням її параметрів у часі. Аналогічно реагує на цей процес і гравітаційне поле та ЕМП. Окрім того, до цієї підгрупи необхідно віднести введення лікувального засобу за допомогою застосування звичайних шприців, катетерів, коли голкою відбувається звичайне руйнування поверхневої тканини і за допомогою цього руйнування в організм вводять фармакологічні речовини, забезпечують доступ фізичних полів, наприклад при інвазивному опроміненні крові лазерним випромінюванням тощо.

Четверта підгрупа має основну орієнтацію на нанесення лікувального засобу на поверхню БО (БТО, ПО) із наступними механічними діями щодо внесення його у внутрішні шари тканини, що призводить до інтенсифікації швидкості проникнення лікувального засобу. Глибина проникнення залежить від механічної дії, тобто від тиску на поверхневі тканини об'єкту, але механічний тиск не є однозначним та однорідним, тому подібний спосіб лікування має відповідні наслідки, коли одна методика інтегрується з іншою, та, як наслідок, часом неможливо визначитися із кінцевим результатом щодо пріоритетного позитивного впливу зовнішнього подразника хімічного або механічного походження. Знов таки, як і у попередніх випадках, у першу чергу, на подібні принципи реагує ПЗ об'єкта.

Отже, орієнтуючись на все обумовлене, маємо можливість дійти низки висновків стосовно загальної концепції побудови роботи відчутників реєстрації інформації лікувально-діагностичного комплексу та їх методики застосування на практиці:

- будь-які негативні або позитивні дії відносно БО (БТО, ПО) однозначно відбивається на динаміці її польової структури і, у першу чергу, її ПЗ;
- для контролю та діагностики стану БО (БТО, ПО) необхідно мати первинну модель (функцію ТФ), яка сприймається як система відліку динаміки ПЗ;
- кількість первинних моделей (лікувальний засіб та його технологічний фантом) повинна бути такою, щоб передбачити динаміку протікання плинних метаболічних процесів у цілісній системі БО (БТО), або у визначеному ПО;
- висновок стосовно дії зовнішнього подразника (негативної або позитивної дії) оцінюється за динамікою розвитку процесів у цілісній системі БО (БТО), або у визначеному ПО;

Таким чином, принципи роботи відчутників інформаційного комплексу повинні забезпечувати вимірювання як опорного тла поля ПЗ, гравітаційного

поля, ЕМП тощо, так і безпосередній результат дії цих зовнішніх подразників на об'єкт дослідження.

4.2. Загальний модульний устрій інформаційної системи інтегрованої діагностики

Основні методи створення систем комплексного призначення та їх модулів базуються на розумінні процесів взаємодії об'єкта з активними або пасивними модулями, типу отриманого сигналу для подальшого аналізу та прийняття рішення про лікувальний вплив.

При побудові інформаційно-діагностичної лікувальної системи, функційна схема котрої показана на рис. 4.4, існує низка основних задач. Вирішення цих задач є основною проблемою при побудові цих комплексів. Необхідно зробити лікувальний вплив на БТО з метою отримання відгуку. Реалізувати цей принцип можна лише за виконання низки чинників, основним з яких є контроль за зовнішніми полями та їх взаємодією з БО, БТО, і, як наслідок, засади побудови мобільного модулю реєстрації польової структури. При їх використанні є можливість створити модель універсальної системи контролю за станом БТО, БО при застосуванні фармакологічних препаратів різного походження, зовнішніх фізичних полів, які діють на БТО.

Для цього необхідно виконати низку наступних умов.

1) Необхідно мати базовий блок, який вимірює статичні (митьєві) польові структури полів земної кулі та надає відповідну інформацію до системи накопичення моделі АС (БТО, БО, ПО). У своєму вищому розвитку це низка відчутників полів, які мають властивості перелаштування за програмних вимог лікування на конкретно обраний рівень взаємодії.

2) Необхідно мати елемент-подразник, який імітує зовнішню дію за принципами частотно-амплітудної модуляції, що мають максимальний відгук в БТО. При цьому цей елемент-подразник може працювати як у прямому режимі

генерації поля, так і у зворотньому, тобто вимірюванні потужності польової структури.

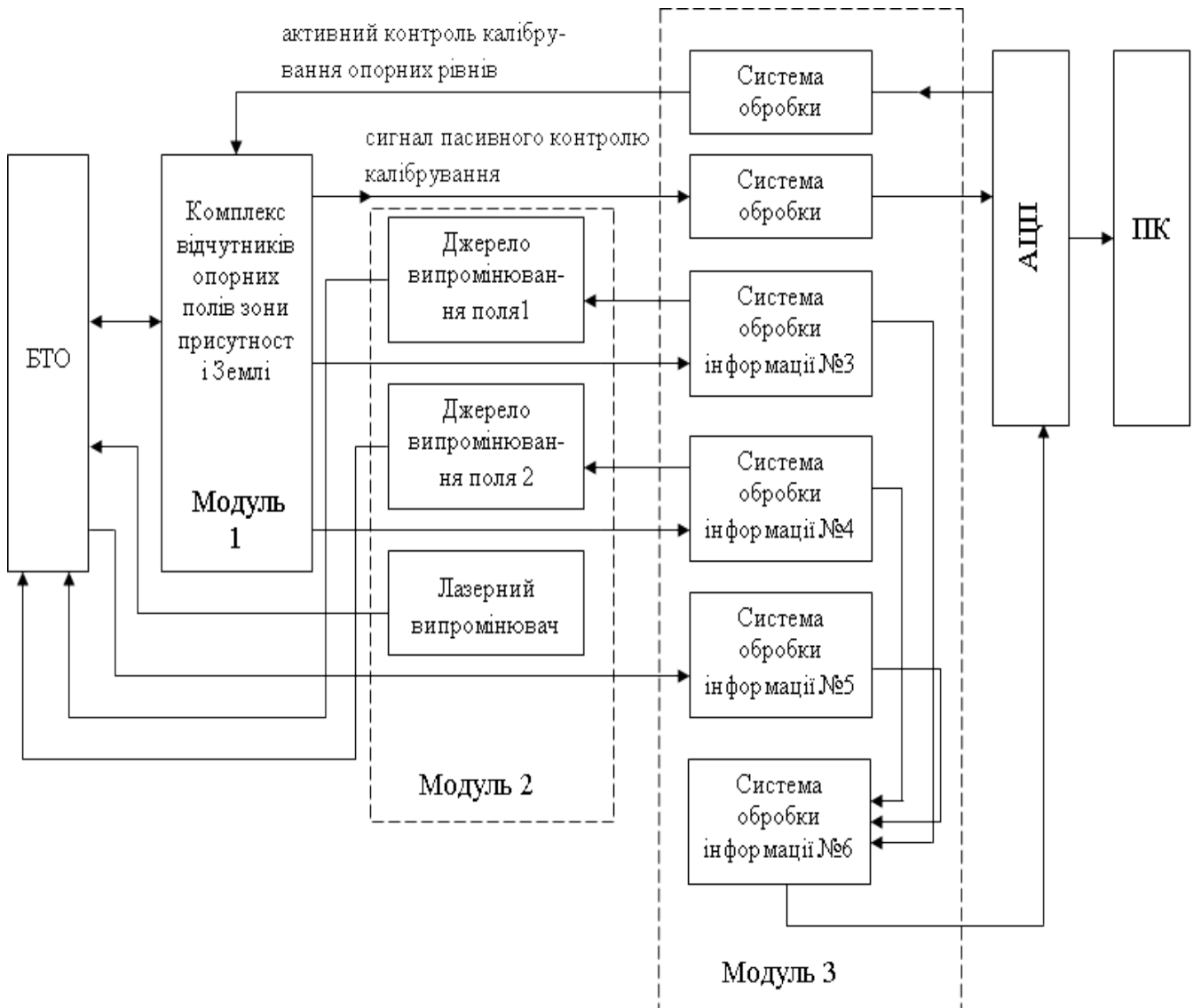


Рисунок 4.4 – Загальна структурно-функційна схема інформаційної діагностично-лікувальної системи

3) Зареєструвати реакцію БТО на цей вплив та передати його в систему обробки сигналів з метою визначення параметрів реакції структури або

зворотнього зв'язку з об'єктами, та провести порівняльний аналіз загальної польової структури з математичними моделями, які зберігаються в базі даних. Необхідно здійснити аналіз сигнал-відгуку та прийняти відповідне діагностичне рішення, оскільки оптичні, акустичні, електромагнітні принципи модулів система діагностики взагалі мають одну і ту ж структурну побудову. Загальний принцип у цьому випадку полягає у низці технологічних дій. Ці дії полягають у наступному: активний вплив реєстрації відгуку на цей вплив. У випадку, коли цей вплив є недосяжним для реєстрації відгуку від БТО, необхідно застосувати спеціалізовані генератори. Такий генератор надає можливість реєстрації сигналу відгуку, але на більш якісному рівні.

Таким чином, означені вище тези вимагають наступної побудови інформаційно-діагностичної лікувальної системи (рис. 4.4). При цьому функціональне призначення модулів наступне.

Модуль 1. Комплекс відчутників опорних полів ЗП Землі. Водночас, через модуль 3 виконується калібрування та пасивний контроль роботи відчутників. Цей модуль має можливість не тільки виконувати функцію вимірювання полів Землі, а і компенсації їх потужності для встановлення зовнішнього «нуля» відліку.

Модуль 2. Виконує функції активного подразника, основна задача якого – створити низку комплексного дисбалансу польових структур у системі БТО. Здебільшого за конструкцією це є джерела або локального, або крапкової дії, які викликають відповідну взаємодію, як буде показано надалі.

Модуль 3. Виконує функції загального збору інформації за принципами, викладеними у п.р. 4.1. При цьому необхідно звернути увагу на те, що всі системи відчутників працюють синхронно заради отримання інформації у реальному часі. Така ситуація (побудова загальної системи) надає можливість створення аналітичних моделей та їх відображень у реальному часі та просторі.

Наразі подібна система контролю БТО є засадною при побудові можливих варіантів розвитку систем з контролем опорного рівня зовнішніх структур.

4.2.1. Модуль визначення сумісності фармакологічних речовин із властивостями об'єкта

Модуль визначення сумісності фармакологічних речовин із властивостями живого об'єкта є основним елементом нової інформаційної діагностики. Він може бути застосованим у спеціалізованих лікувально-діагностичних системах з метою проведення комплексної діагностики стану організму пацієнта та його сумісності із лікарськими препаратами (фармакологічної речовини) при лікуванні, а також деяких методах діагностики захворювань, які потребують введення препаратів.

Відомі наразі методи здебільшого полягають у тому, що попередньо визначають суми сумісних між собою лікарських засобів, призначених для введення в організм, стан температури тіла пацієнта, сумісності їх з кров'ю пацієнта, і обсягу запланованих до введення лікарських препаратів. Проте вадами цих методів є те, що діагностика стану та визначення сумісності фармакологічних засобів з організмом пацієнта відбувається лише на підставі аналітичних методів, що не забезпечує потрібної точності.

Окрім того, цей спосіб є інвазивним, тобто потребує забору крові пацієнта на початку діагностики, а це може призвести до небажаних наслідків при активному впливі. Інші методи та системи діагностики та лікування зовсім не враховують можливу необхідність введення лікарських препаратів пацієнту при лікуванні захворювань, що може призвести до втрати точності визначення режимів лікувального опромінення, оскільки вимірювані власні поля організму залежать від складу введених речовин, та порушити процес призначеного лікування.

Отже, нова запропонована інформаційна технологія діагностики та лікування може здійснювати визначення поточного стану пацієнта в реальному масштабі часу за умови визначення його сумісності із лікарськими засобами.

Водночас, модуль визначення сумісності пацієнта та фармакологічних речовин комплексної системи аналізує спектральні характеристики сигналу електрорушійної сили (ЕРС), що виникає внаслідок впливу ЕМП життєдіяльності БО (БТО), а також спектральні характеристики інформаційного сигналу, що виникає внаслідок впливу фармакологічної речовини на фізіологічний розчин, який неінвазивно взятий від конкретного організму БТО.

Апріорні дослідження, на основі яких було зроблено висновок про існування подібних полів, проводилися на модулях відчутників власних ЕМП для визначення параметрів активних зон використовується периферійний модуль відчутника сигналу наведеної ЕРС в обмотці котушки змінного магнітного поля, який утворюється електричним струмом в суто масі досліджуваного БТО. Зміни цієї польової структури визначають плинний стан системи БТО [62].

Як досліджувану ділянку тіла використано першу фалангу мізинця пацієнту. Біологічно активні зони (БАЗ) та біологічно активні точки (БАТ) належать меридіану, який характеризує серцево-судинну систему організму людини. Досліджено 32 добровольця віком від 18 до 19 років, серед них 15 жінок. Шестеро респондентів скаржилися на певні болі в серці, з клінічно встановленими діагнозами захворювання серцево-судинної системи $N = (1 - 6)$. Після опромінювання точки $C(V)9$ на протязі 5 с виміряні значення ЕРС довели, що стимульоване електромагнітне поле організму для практично здорових людей збільшується помітно, в той час, як для хворих респондентів значення навіть зменшені, тобто потрібно підбирати інші інтервали часу для стимуляції з метою лікування. Проте зареєстровані результати характеристик полів доводять помітний вплив лазерного випромінювання на БТО, що дозволяє ввести у вираз

показник адекватності у вигляді знаку зміни параметрів організму людини. Збільшення величини ЕРС після короткотривалого лазерного впливу свідчить про збудження середовища БАТ, що дозволяє припустити, що таким чином “вмикаються” захисні редути організму, або певного органу чи системи, який до цього впливу знаходився у стані рівноваги (рис. 4.5).

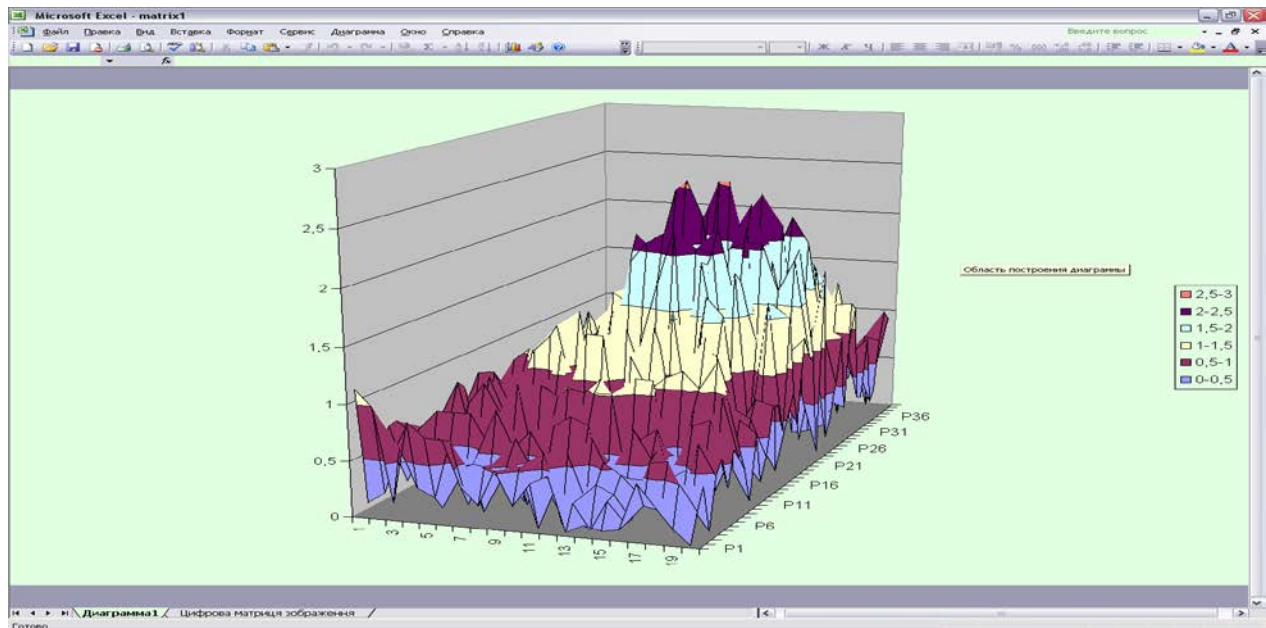


Рисунок 4.5 – Загальний вигляд розподілу власних ЕМП полів в активній точці

Дослідження енергетичних параметрів відбитого від поверхні шкіряного покриву тіла світлового випромінювання (рефлексивна компонента), по-перше, характеризувало стан активних зон з огляду на вібраційні явища в зоні спостереження, шорсткість шкіри тощо, завдяки чому визначається шукана точка (рис. 4.6). На рис. 4.7 залежності $\Delta 1$, $\Delta 2$ характеризують абсолютні значення власного ЕМП респондента (вік 18-19 років, респонденти № 1-6 мали підтверджений діагноз захворювання серцево-судинної системи) до опромінення та після нього, і визначені різницею між основними вимірами й показниками існуючого тла для кожного конкретного виміру. Залежності $\Delta 1$, $\Delta 2$ характеризують абсолютні значення, оскільки визначались як різниця між основними вимірюваннями та показниками фону для кожного конкретного

виміру. Аналіз розподілу світлових полів на виході першого каналу (рис. 4.6) дає можливість описувати зміни параметрів шорсткості поверхневого шару шкіри для подальшого порівняння з апіорними даними, зареєстрованими перед проведенням опромінення лазерним випромінюванням.

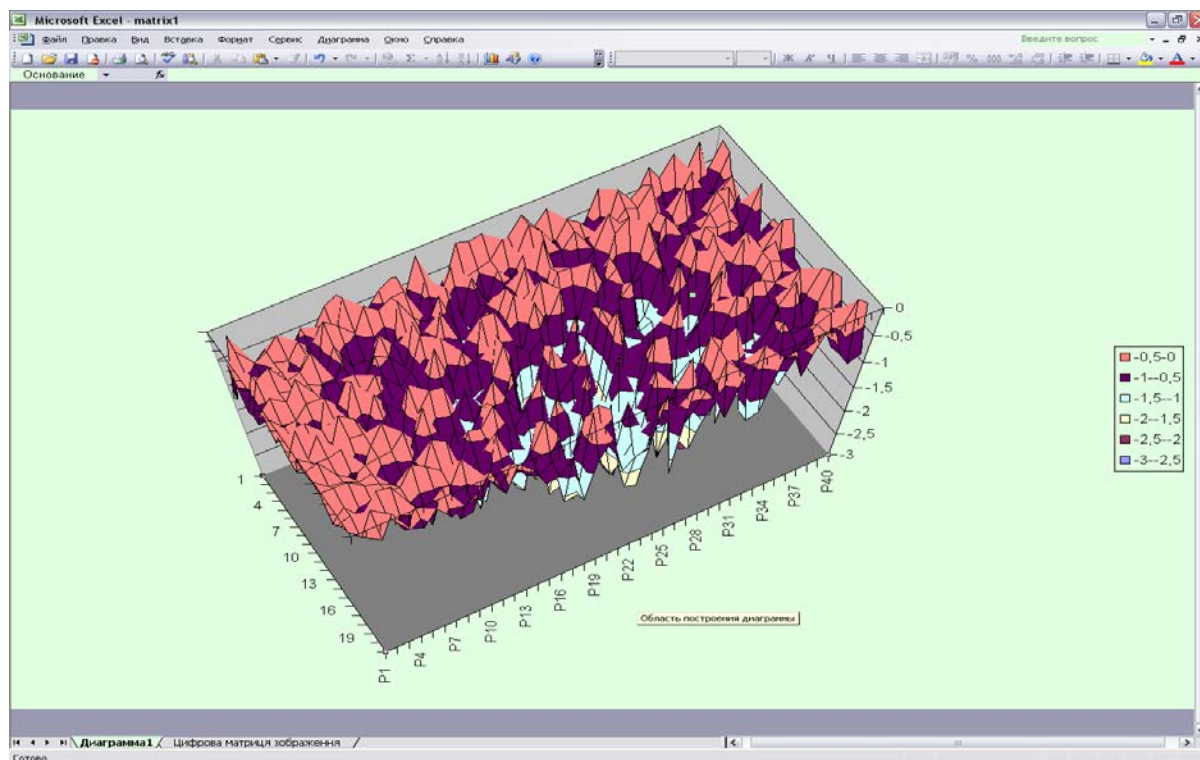


Рисунок 4.6 – Загальний вигляд розподілу оптичних полів в активній точці

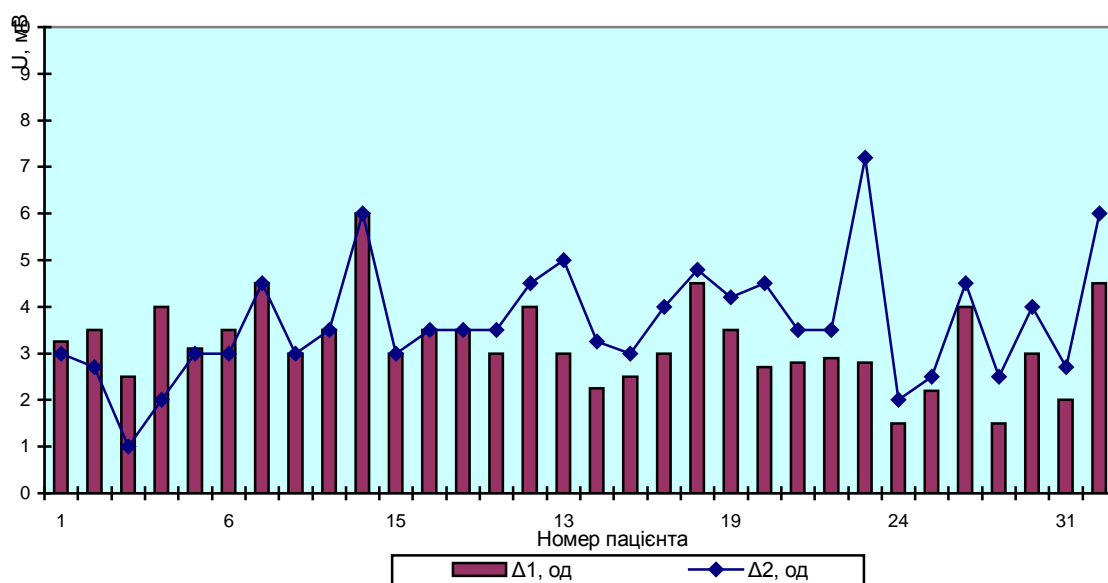


Рисунок 4.7 - Значення наведеного власного електромагнітного поля організму до й після опромінення лазерним випромінюванням

Тому доцільно використовувати у якості корисного інформаційного сигналу сигнали відчутників власних полів БТО.

Підвищення вірогідності діагностики при застосуванні запропонованого методу [63] полягає в тому, що здійснюється автоматизована обробка поточних сигналів сукупності ще до початку лікування проводять безконтактну реєстрацію власних ЕМП організму, в реальному масштабі часу здійснюють обробку та комплексний автоматизований аналіз отриманих сигналів, порівнюють з еталонними значеннями, створюють взаємні енергетичні спектри поточних сигналів ЕМП життєдіяльності БО (БТО), та сигналу, що виникає внаслідок впливу фармакологічної речовини на фізіологічний розчин, який взятий неінвазивно від організму, порівнюють з еталонними значеннями відповідних спектрів із банку даних, отримуючи відомості про сумісність лікарських препаратів із БТО, водночас визначають поточний стан БТО, що надає можливості корекції режимів або припинення процедури внаслідок погіршення стану пацієнта та несумісності із введеними фармакологічними речовинами.

Підвищення ефективності діагностики при лікуванні досягається тим, що здійснюють комплексний автоматизований аналіз на основі порівняння спектральних характеристик сигналу ЕРС, котра виникає внаслідок впливу ЕМП життєдіяльності БТО, та сигналу, що виникає внаслідок впливу фармакологічної речовини на фізіологічний розчин, який взятий неінвазивно від конкретного організму, та порівнюють їх із еталонними значеннями відповідних спектрів із банку даних, отриманих на підставі проведених раніше клінічних та лабораторних досліджень. Це надає можливості корекції режимів або припинення процедури внаслідок погіршення стану пацієнта або виявлення несумісності із введеними фармакологічними речовинами.

Приклад структурної схеми реалізації оптично-електронного модулю визначення сумісності фармакологічних речовин із властивостями об'єкта наведений на рис. 4.8.

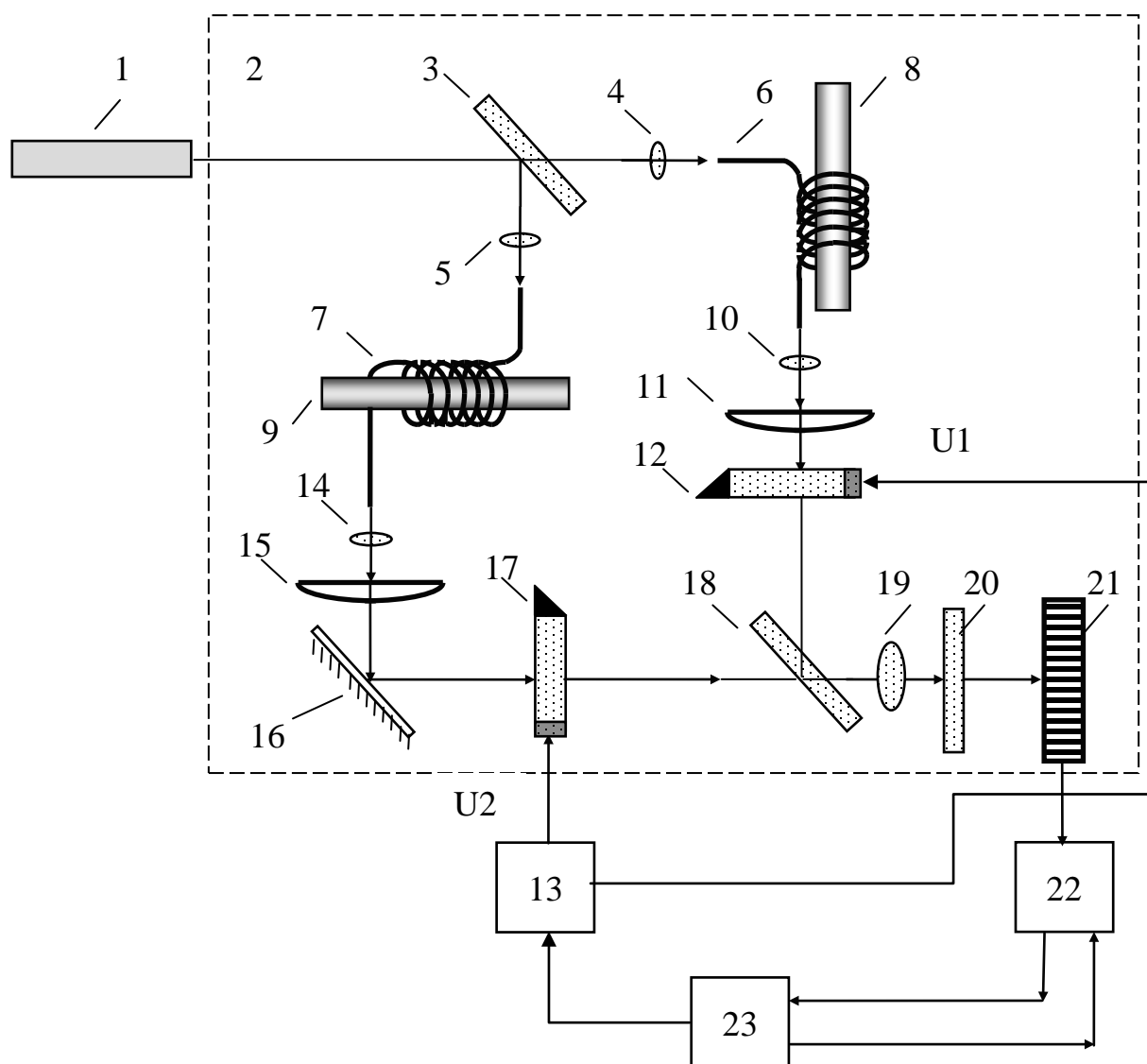


Рисунок 4.8 - Схема модулю аналізу взаємних спектрів біотехнічних об'єктів, зокрема із застосуванням фармакологічних речовин, де: 1 – джерело випромінювання (лазер), 2 – інтерферометр, 3 – світлоподільувач, 4, 5, 10, 14 - сферичні лінзи, 6, 7 - оптоволоконні відчутники ЕРС, 8 - кювета (пробірка), 9 - живий досліджуваний БО (БТО), 11, 15, 20 - циліндрична лінза, 12, 17 - акустооптичний модулятор (АОМ), 13 –генератор, 16 – дзеркало відбиваюче, 18 - напівпрозоре дзеркало, 19 - перетворююча лінза, 21 - фотоприймальний пристрій, 22 - аналогово-цифровий перетворювач (АЦП), 23- блок обробки сигналів

Лазерний випромінювач 1 та інтерферометр 2 утворюють канал формування світлового потоку. Інтерферометр 2 виконаний як модифікований інтерферометр Маха-Цандера. Когерентне випромінювання від випромінювача 1 світлового потоку надходить до світлоподільника 3, що поділює випромінювання на два пучки. Таким чином утворюють два оптичних канали для порівняння досліджуваних сигналів.

Надалі в обох плечах інтерферометра 2 кожний пучок випромінювання фокусують сферичними лінзами 4, 5, а потім направляють в оптоволоконні відчутники 6, 7 ЕРС. Світловий потік випромінювання надходить через світловод відчутника 6 та відчутника 7. Оптоволоконні відчутники 6 та 7 ЕРС, що виконані з магнітооптичного матеріалу, обмотані навколо досліджуваних об'єктів. Всередині обмотки оптоволоконного відчутника 6 ЕРС розташовано кювету (пробірку) 8 із фармакологічною речовиною, розчиненою у фізіологічній рідині, яка взята від конкретного організму, а всередині обмотки оптоволоконного відчутника 7 ЕРС розташовано досліджуваний живий біологічний організм 9. Під дією ЕРС, що виникає в масі досліджуваних об'єктів 8 та 9, змінюється показник заломлення робочого середовища оптоволоконного відчутника 6 та відчутника 7 ЕРС, що забезпечує амплітудну модуляцію світлової хвилі когерентного випромінювання випромінювача 1. Надалі ці оптичні сигнали перетворюють за допомогою оптичних каналів анаморфотної системи. Таким чином, оптичний сигнал випромінювання з виходу світловоду відчутника 6 ЕРС перетворюють розташованими на одній оптичній осі сферичною лінзою 10, циліндричною лінзою 11 у паралельний пучок світла, що є стисненим в одному напрямку, та освітлюють апертуру акустооптичного модулятора (АОМ) 12. Таке перетворення здійснюють завдяки тому, що кривизну поверхні циліндричної лінзи 11 утворюють паралельною напрямку поширення акустичних коливальних процесів у робочому середовищі АОМ 12 внаслідок дії електричного опорного сигналу U_1 генератора 13. Аналогічно у другому каналі оптичної системи оптичний сигнал

випромінювання з виходу світловоду відчутника 7 ЕРС перетворюють розташованими на одній оптичній осі сферичною лінзою 14, циліндричною лінзою 15 у паралельний пучок світла, що є стисненим в одному напрямку, та за допомогою дзеркала 16 освітлюють апертуру АОМ 17. Таке перетворення здійснюють тим, що кривизну поверхні циліндричної лінзи 15 утворюють паралельною напрямку поширення акустичних коливальних процесів у робочому середовищі АОМ 17 внаслідок дії електричного опорного сигналу U2 генератора 13.

Надалі обидва дифраговані пучки світлового випромінювання поєднують напівпрозорим дзеркалом 18 та формують перетворюючою лінзою 19 та циліндричною лінзою 20, причому циліндричні лінзи 11, 15 та циліндрична лінза 20 мають взаємно перпендикулярні утворюючі циліндричних поверхонь.

У вихідній площині оптичної частини модифікованого інтерферометра 2 формують спектр, енергетичні та просторово-частотні параметри якого характеризують взаємний енергетичний спектр сигналів ЕРС БТО 9 та сигналу, що виникає внаслідок впливу фармакологічної речовини 8 на фізіологічний розчин, який взятий від конкретного організму 9. Це оптичне зображення являє собою розподіл світлового потоку у вхідній апертурі матричного фотоприймального пристрою 21, що змінюється в часі відповідно до модуляції світлового потоку. Оптичний сигнал реєструють фотоприймальним пристроєм 21, наприклад ПЗЗ-приймачем, та перетворюють в цифровий сигнал за допомогою АЦП 22 для подальшої автоматизованої обробки в блоці 23.

Надалі здійснюють комплексний автоматизований аналіз сигналів взаємного енергетичного спектру поточних сигналів, порівнюють з еталонними значеннями відповідних спектрів з банку даних, отриманих на підставі проведених раніше клінічних та лабораторних досліджень впливу фармакологічної речовини на фізіологічні рідини організму, а також поточного стану організмів людини, яка знаходиться під впливом фармакотерапії. Таким чином отримують дані про сумісність лікарських препаратів з БО, БТО, в тому

числі за наявності ПО.

При досягненні просторовими та енергетичними параметрами взаємного спектра критичних значень відносно еталонних сигналів у блоці 23 формують керуючі команди на корекцію режимів або припинення терапії внаслідок погіршення стану пацієнта та несумісності із введеними фармакологічними речовинами.

Запропонований модуль визначення реакції БТО на введення фармакологічних речовин під час комплексної діагностики та лікування надає можливості не тільки отримувати дані про поточний стан пацієнта під час проведення процедури, але також і визначати сумісність фармакологічних препаратів із організмом кожного пацієнта, що за попередніми підрахунками може сприяти скороченню термінів лікування, водночас запобігаючи небажаним наслідкам впливу зовнішніх подразників.

4.3. Створення технічних рекомендацій із застосування відчутників при їх взаємодії з біотехнічними об'єктами

У розділі 2 вже було розглянуто поняття точки, крапки, як термінологічних понять стосовно їх використання у техніці вимірів. Окрім термінології, існує і технічний бік цієї проблеми, та її вплив на точність вимірювання. Проте ця проблема дуже актуальна при застосуванні відчутників фізичних полів у системах діагностики та лікування. Оскільки це питання ніколи не з'ясовувалося у науково-технічній літературі, а у класичній фізиці поняття матеріальної точки ще і на цей час повністю не визначено, то звідсіля отримуємо класичну проблему орієнтування абстрактних об'єктів у просторі. Тобто існує актуальна проблема виникнення похибки вимірювання залежно від ширини риски або величини її перерізу в типових технологічних процесах діагностики та лікування, зокрема автоматизованих. Таким чином, необхідним є з'ясування впливу руху відчутників системи на її орієнтування, що дозволить

виявити чинники впливу на похибку та способи її усунення. Наразі розглядаємо лінійний рух.

Розглянемо досить простий випадок, тобто, коли необхідно налагодитись приладом на «нуль» відліку, або потрапити у середину БТО, так і інструментів або відчутників. Проблема, яка виникає у подібних випадках, є проблемою застосування відчутників здебільшого при діагностиці розташування лінійного БТО (БО). Тобто задача забезпечення точності роботи відчутників є переважною, яку необхідно враховувати як першооснову якості технологічного процесу діагностики та лікування. Зазвичай рух інструмента (насадка, відчутника) у робочому просторі комплексної медичної системи є виключно лінійним та обмеженим на визначеній ділянці. У цьому випадку ми маємо можливість абстрагуватися від всіх зовнішніх процесів впливу та зосередитися на проблемі точності. У такому випадку задачу можна розглядати як однокоординатну. Наприклад, нам необхідно потрапити із точки x_0 у початок координат, коли ми маємо швидкість V_0 (рис. 4.9).

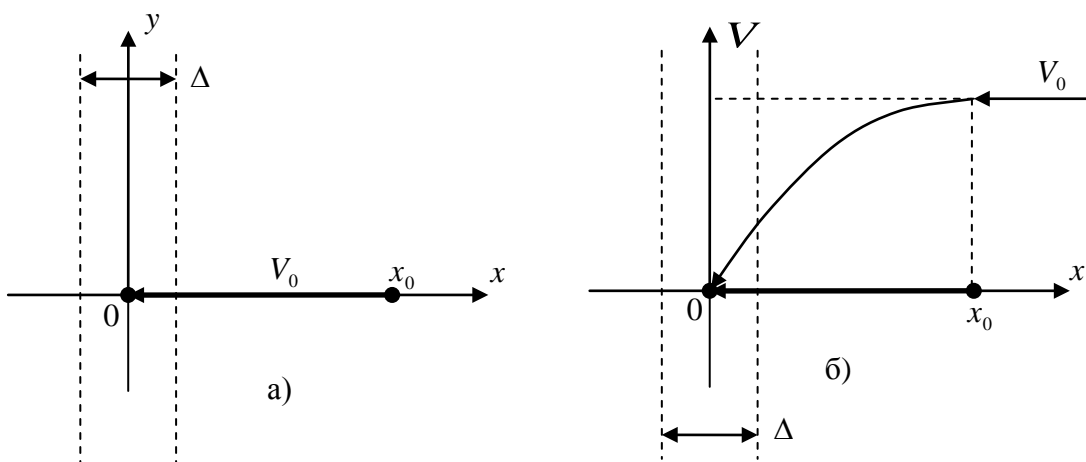


Рисунок 4.9 - Однокоординатний рух до центру координат, де: а) діаграма напрямку; б) діаграма зміни швидкості

При заданій ширині ризику БО Δ ми повинні зупинитися таким чином, щоб опинитися на відстані меншій за $\Delta/2$ від початку координат. Одразу обумовимося, що крапка «0» початку координат непорушна у просторі.

За такого способу руху система має опис через відоме диференціальне рівняння другого порядку [64]:

$$m \frac{dV}{dt} = -kx - rV. \quad (4.1)$$

Звідки маємо рівняння руху

$$\frac{d^2V}{dt^2} + 2\delta \frac{dV}{dt} + \omega_0^2 x = 0, \quad (4.2)$$

де V – швидкість руху; k – коефіцієнт пружності; r – коефіцієнт демпфування;

$$\delta = \frac{r}{2m}, \quad \omega_0^2 = k/r.$$

Стосовно нашої задачі ми маємо розглянути два випадки, а саме сильне та слабе загасання.

Для сильного загасання рівняння (4.2) має наступне вирішення:

$$x = A_1 e^{-\delta_1 t} + A_2 e^{-\delta_2 t} + x_0 \quad (4.3)$$

За умови, що координата старту є x_0 (рис. 4.9) матимемо наступні умови:

$$x = x_0; \quad V = V_0; \quad t = 0 \quad (4.4)$$

Звідки маємо:

$$x_0 = A_1 + A_2 + x_0.$$

Отже, $A_1 = -A_2$.

$$V = \frac{dx}{dt} = -A_1 \delta_1 e^{-\delta_1 t} - A_2 \delta_2 e^{-\delta_2 t} + V_0 \quad (4.5)$$

За умови, що $V = V_0; \quad t = 0$ отримуємо

$$V = -A_1 \delta_1 + A_1 \delta_2 = -A_1 (\delta_1 - \delta_2).$$

$$A_1 = -\frac{V_0}{\delta_1 - \delta_2}; \quad A_2 = \frac{V_0}{\delta_1 - \delta_2}$$

Підставляючи значення A_1 та A_2 у вирази (4.3) та (4.5), отримуємо часову залежність координати та швидкості.

$$\left. \begin{aligned} x &= x_0 - \frac{V_0}{\delta_1 - \delta_2} (e^{-\delta_1 t} - e^{-\delta_2 t}) \\ V &= \frac{V_0}{\delta_1 - \delta_2} (\delta_1 e^{-\delta_1 t} - \delta_2 e^{-\delta_2 t}) \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

З виразів (4.6) добре видно, що для того, щоб досягти координати $x = 0$ час вимірювання t повинен сягати нескінченності, але з логічних міркувань це немає сенсу.

У інтегрованому комплексі діагностики та лікування час вимірювання є обмеженим та детермінованим. А, отже, свідомо закладаємо похибку вимірювання. Стосовно задачі, що розглядається, - це ширина rischi БО, яка визначає початок координат, тобто за сталого часу вимірювання t_0 ширина rischi повинна становити:

$$\Delta = x_0 - x(t_0) \quad (4.7)$$

У цьому випадку повинна виконуватися умова

$$\Delta = -\frac{V_0}{\delta_1 - \delta_2} (\delta_1 e^{-\delta_1 t} - \delta_2 e^{-\delta_2 t}) \geq 0 \quad (4.8)$$

за швидкості руху, яка виконується згідно виразу (4.6) (рис. 4.10).

Цілком логічно, що виникає запитання: Чи існують такі значення V_0 та t_0 , які б задовольняли поставленим умовам задачі ?

Якщо $V_0 = const$, $\delta_1 = const$, $\delta_2 = const$, то з виразу (4.8) матимемо:

$$\Delta' = -\frac{V_0}{\delta_1 - \delta_2} (\delta_1 e^{-\delta_1 t} - \delta_2 e^{-\delta_2 t}) = 0.$$

Отже, $\frac{e^{-\delta_1 t_0}}{e^{-\delta_2 t_0}} = \ln \frac{\delta_2}{\delta_1} = (\delta_2 - \delta_1) t_0.$

Або у кінцевому випадку при $\delta_2 > 0$, $\delta_1 > 0$, $\delta_2 > \delta_1$, $t_0 > 0$ отримуємо характеристику критичних екстремумів функції у часі (рис. 4.11):

$$t_{0eks} = t_{0min} = \frac{\ln \delta_2 - \ln \delta_1}{\delta_2 - \delta_1} \quad (5.9)$$

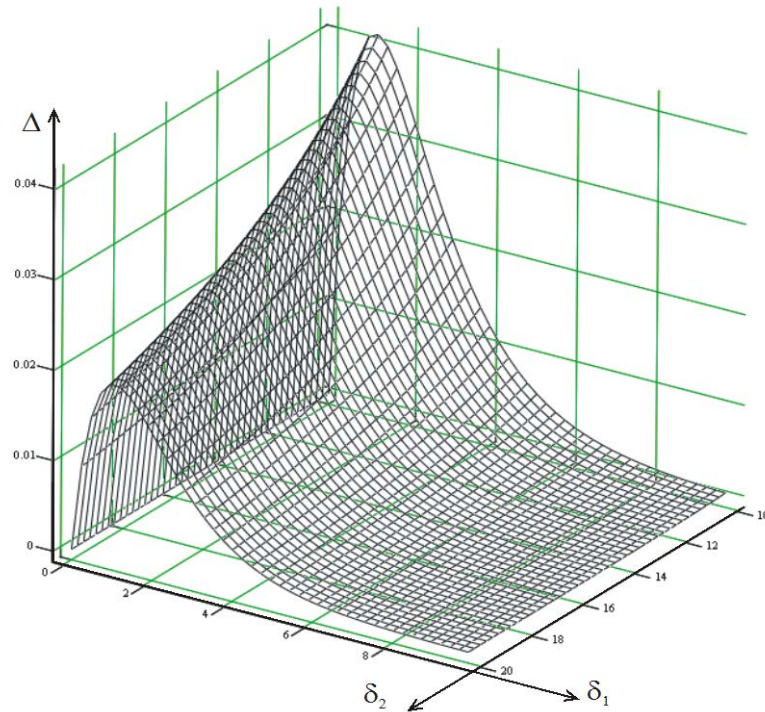


Рисунок 4.10 - Залежність розмірів ризику впливу Δ від параметрів системи руху згідно залежності (4.8)

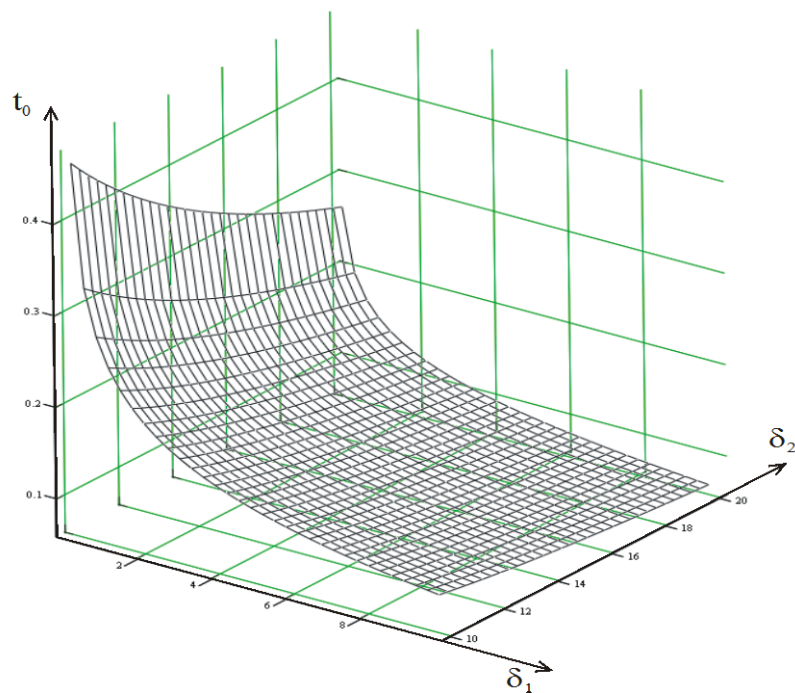


Рисунок 4.11 - Залежність часу t_0 від параметрів системи руху згідно (4.9)

Аналогічно, вирішивши задачу відносно V_0 , можна дійти висновку, що при сталих величинах δ_2 , δ_1 , t_0 швидкість необмежено наближається до нуля.

У випадку слабкого загасання рівняння (4.2) вирішується наступним чином. Загальне рішення має вигляд:

$$x = A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi) + x_0 \quad (4.10)$$

при цьому швидкість:

$$V = \frac{dx}{dt} = -A_0 \delta e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi) + A_0 \omega e^{-\delta t} \cos(\omega t + \varphi), \quad (4.11)$$

звідкіля отримуємо
$$V = A_0 e^{-\delta t} \sqrt{\omega^2 + \delta^2} \cdot \sin\left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi\right).$$

За умови, що $x = x_0$; $V = V_0$; $t = 0$; $\varphi = 0$, отримуємо:

$$V_0 = -A_0 \delta \cdot 0 + A_0 \cdot 1 \cdot \omega,$$

та врешті
$$A_0 = \frac{V_0}{\omega}. \quad (4.12)$$

Результат матимемо у вигляді:

$$\left. \begin{aligned} x(t) &= x_0 + \frac{V_0}{\omega} e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi) \\ V(t) &= \frac{V_0}{\omega} e^{-\delta t} \sqrt{\omega^2 + \delta^2} \cdot \sin\left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi\right) \end{aligned} \right\}. \quad (4.13)$$

Умови потрапляння до зони Δ у межах нуля координат за час t_0 буде

$$\Delta = x_0 - x(t)$$

або
$$\Delta = -\frac{V_0}{\omega} e^{-\delta t_0} \sin(\omega t + \varphi) \text{ при швидкості:}$$

$$V(t) = V_0 e^{-\delta t} \sqrt{1 + \left(\frac{\delta}{\omega}\right)^2} \cdot \sin\left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi\right).$$

Оптимальне значення для V_0 та t_0 визначається як і у попередніх початкових умовах, тобто (рис. 4.12):

$$\Delta = -\frac{V_0}{\omega} e^{-\delta t_0} \sin(\omega t + \varphi) \quad (4.14)$$

При $V_0 = const$, $\omega = const$, $\varphi = const$, матимемо наступний результат:

$$\Delta' = -\frac{V_0}{\omega} \left[-\delta e^{-\delta t_0} \sin(\omega t_0 + \varphi) + \omega e^{-\delta t_0} \cos(\omega t_0 + \varphi) \right],$$

тобто $\Delta' = 0$.

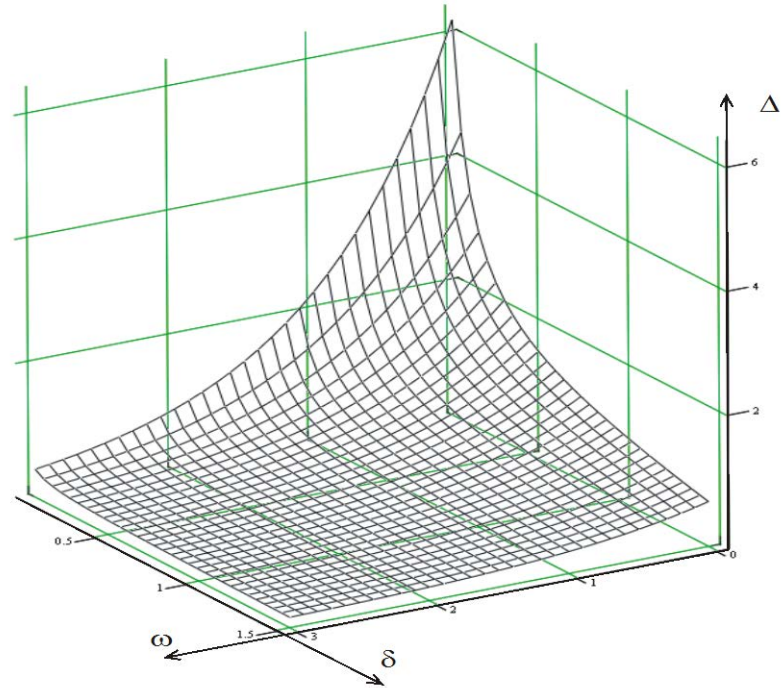


Рисунок 4.12 - Залежність ширини ризику Δ від параметрів системи руху згідно залежності (4.14)

Тобто отримуємо вираз

$$e^{-\delta t_0} \left[\omega \cos(\omega t_0 + \varphi) - \delta \sin(\omega t_0 + \varphi) \right] = 0.$$

Отже, врешті

$$\sqrt{\delta^2 + \omega^2} \sin \left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t_0 - \varphi \right) = 0$$

$$\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t_0 - \varphi = \pi k, k \in Z (Z = 0; \pm 1; \pm 2)$$

$$\omega t_0 = \arctg \frac{\omega}{\delta} - \varphi - \pi k, k \in Z$$

Звідки (рис. 4.13)

$$t_{0\min} = \frac{1}{\omega} \left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \varphi - \pi k \right) \quad (4.15)$$

Аналогічне вирішення задачі стосовно V_0 при сталих величинах δ_1, δ_2, t_0 доводить, що швидкість необмежено наближається до нуля.

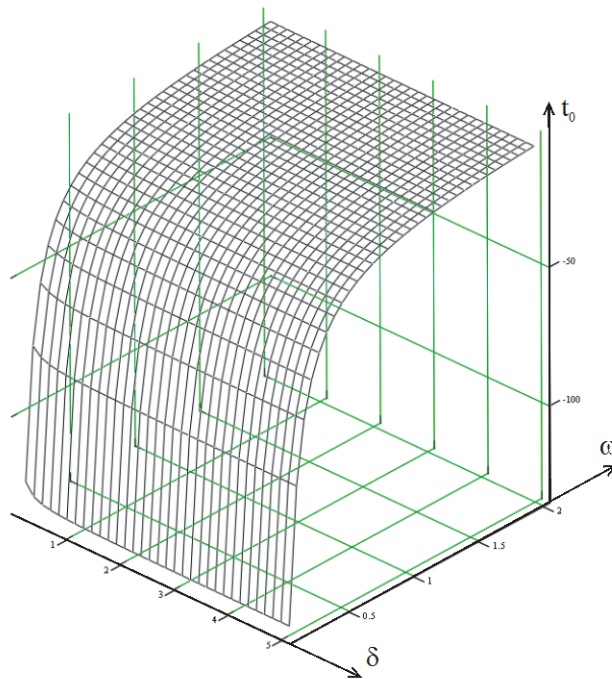


Рисунок 4.13 - Залежність часу t_0 від параметрів системи руху згідно залежності (4.15)

Розглянемо наступний випадок, тобто, коли необхідно налагодити якийсь прилад на «нуль» відліку. Ця ситуація відпрацьовується при певних випадках діагностики та лікування, коли йде зовнішній вплив на БО, тобто будь-який оператор оцінює відстань до об'єкту суто суб'єктивно, а тому на первинному етапі йде суб'єктивний відлік координати. У такому випадку задачу можна розглядати як однокоординатну. Наприклад, нам необхідно потрапити з точки x_0 у початок координат, коли ми маємо швидкість $V_0 = 0$ (рис. 4.14). Попри

великої схожості математичного розгляду з попереднім випадком маємо великі розходження у результатах застосування відчутників [45].

При заданій ширині rischi впливу Δ ми повинні зупинитися таким чином, щоб опинитися на відстані меншій за $\Delta/2$ від початку координат. Одразу обумовимося, що крапка «0» початку координат непорушна у просторі. За такого способу руху система має опис через відоме диференціальне рівняння другого порядку (4.1), (4.2).

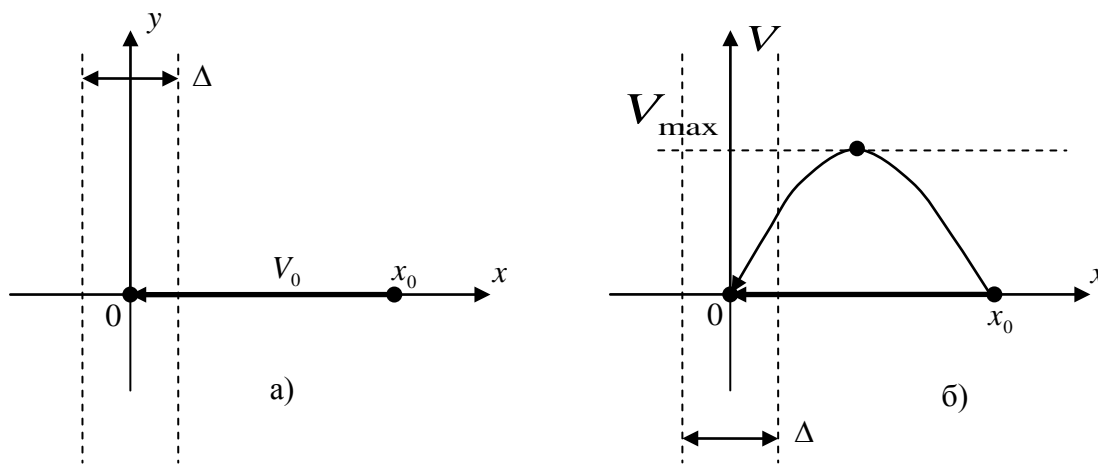


Рисунок 4.14 - Однокоординатний рух до центру, де: а) діаграма напрямку, б) діаграма зміни швидкості координат

Стосовно нашої задачі ми маємо також розглянути два випадки щодо сильного та слабого загасання.

Для сильного загасання рівняння (4.2) має рішення

$$x = A_1 e^{-\delta_1 t} + A_2 e^{-\delta_2 t} \quad (4.16)$$

За умови, що координата старту є x_0 (рис. 4.14) матимемо наступні умови:

$$x = x_0; V = 0; t = 0, \quad (4.17)$$

звідки маємо:

$$x_0 = A_1 + A_2.$$

Отже, $A_1 = x_0 - A_2$.

$$V = \frac{dx}{dt} = -A_1\delta_1 e^{-\delta_1 t} - A_2\delta_2 e^{-\delta_2 t} \quad (4.18)$$

За умови, що $x = x_0$; $V = 0$; $t = 0$ отримуємо

$$0 = -A_1\delta_1 - A_2\delta_2 \Rightarrow A_2 = -A_1 \frac{\delta_1}{\delta_2}.$$

$$A_1 = x_0 + A_1 \frac{\delta_1}{\delta_2}; \quad A_2 = \frac{x_0\delta_1}{\delta_1 - \delta_2};$$

$$A_1 = \frac{x_0\delta_1}{\delta_2 - \delta_1}.$$

Підставляючи значення A_1 та A_2 у вирази (4.16) та (4.18), отримуємо часову залежність координати та швидкості.

$$\left. \begin{aligned} x &= -\frac{x_0\delta_2}{\delta_1 - \delta_2} e^{-\delta_1 t} + \frac{x_0\delta_1}{\delta_1 - \delta_2} e^{-\delta_2 t} \\ V &= \frac{V_0\delta_1\delta_2}{\delta_1 - \delta_2} (e^{-\delta_1 t} - e^{-\delta_2 t}) \end{aligned} \right\}. \quad (4.19)$$

З виразів (4.19) добре видно, що для того, щоб досягти координати $x = 0$, час вимірювання t повинен сягати нескінченності, що неможливо, як і у попередньому випадку. Виходячи знов таки з обмеження часу вимірювання, закладаємо похибку вимірювання як ширину риски, яка визначає початок координат. За сталого часу вимірювання t_0 ширина риски повинна становити:

$$\Delta = x_0 - x(t_0) \quad (4.20)$$

У цьому випадку повинна виконуватися умова

$$\Delta = -\frac{x_0\delta_2}{\delta_1 - \delta_2} e^{-\delta_1 t} - \frac{x_0\delta_1}{\delta_1 - \delta_2} e^{-\delta_2 t} \geq 0 \quad (4.21)$$

за швидкості руху, яка виконується згідно (4.19) (рис. 4.15).

Якщо $V_0 = 0$, $\delta_1 = const$, $\delta_2 = const$, то матимемо наступний результат:

$$V' = -\frac{x_0 \delta_1 \delta_2}{\delta_1 - \delta_2} \left[e^{-\delta_1 t} (-\delta_1) - e^{-\delta_2 t} (-\delta_2) \right].$$

Якщо $V' = 0$, то $e^{-\delta_1 t} (-\delta_1) - e^{-\delta_2 t} (-\delta_2) \Rightarrow \frac{e^{-\delta_1 t_0}}{e^{-\delta_2 t_0}} = \frac{\delta_2}{\delta_1}$.

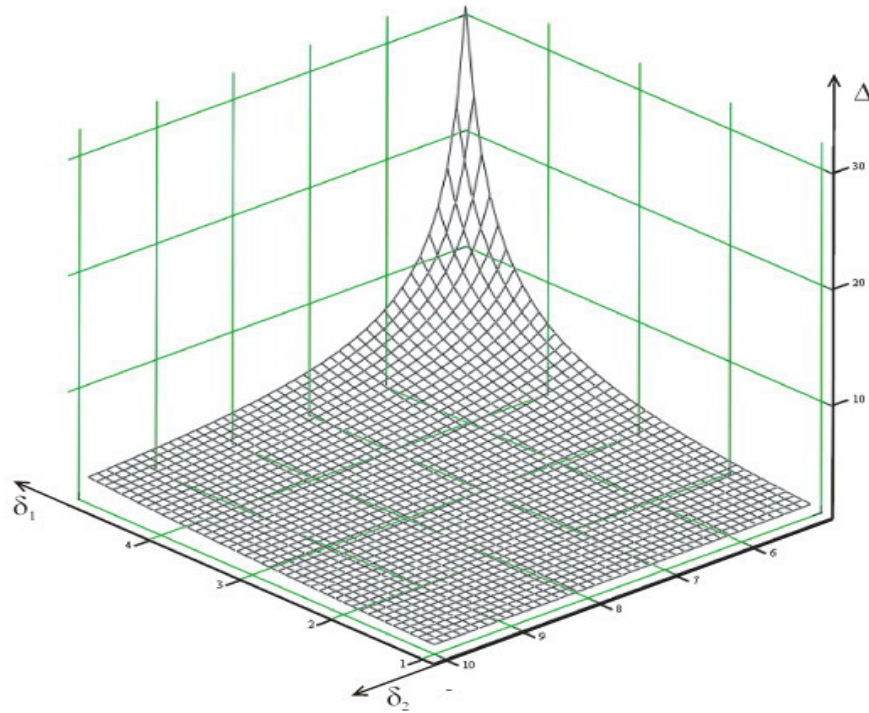


Рисунок 4.15 - Залежність розмірів ризику Δ від параметрів системи руху згідно залежності (4.21)

Або у кінцевому випадку при $\delta_2 > 0$, $\delta_1 > 0$, $\delta_2 > \delta_1$, $t_0 > 0$ отримуємо (рис. 4.16)

$$t_0 = \frac{\ln \frac{\delta_2}{\delta_1}}{\delta_2 - \delta_1}. \quad (4.22)$$

Аналогічно, вирішивши задачу відносно V_{\max} , можна дійти висновку, що при сталих величинах δ_2 , δ_1 , t_0 швидкість необмежено наближається до нуля (рис. 4.17)

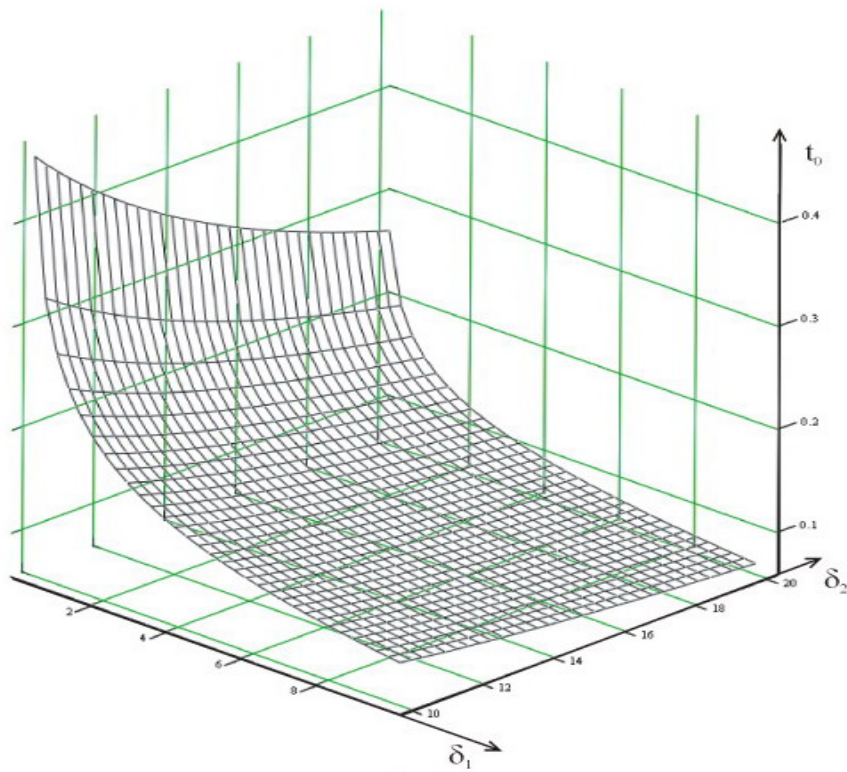


Рисунок 4.16 - Залежність часу t_0 від параметрів системи руху згідно залежності (4.22)

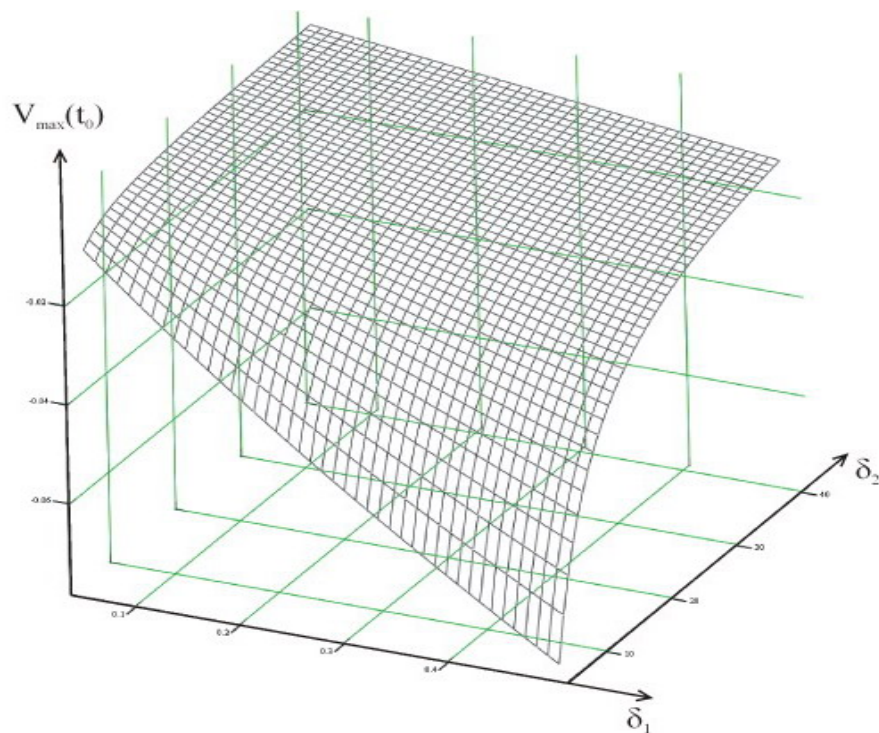


Рисунок 4.17 - Залежність V_{\max} для сталої ширини ризику від параметрів системи руху згідно залежності (4.23)

$$V_{\max}(t_0) = \frac{x_0 \delta_1}{\delta_1 - \delta_2} \left(e^{-\delta_1 \frac{\ln \frac{\delta_2}{\delta_1}}{\delta_2 - \delta_1}} - e^{-\delta_2 \frac{\ln \frac{\delta_2}{\delta_1}}{\delta_2 - \delta_1}} \right) \quad (4.23)$$

У випадку слабого загасання рівняння (4.2) вирішується наступним чином.

Загальне рішення має вигляд:

$$x = A_0 e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi) + x_0 \quad (4.24)$$

за умови, що $x = x_0$, $V_0 = 0$, $t = 0$ отримуємо наступне:

$$x_0 = A_0 \sin \varphi \Rightarrow A_0 = \frac{x_0}{\sin \varphi} \quad (4.25)$$

$$\text{З виразів (4.20) та (4.24) отримуємо } \Delta = \frac{x_0}{\sin \varphi} e^{-\delta t} (\sin \omega t + \varphi), \quad (4.26)$$

що відображено на рис. 4.18.

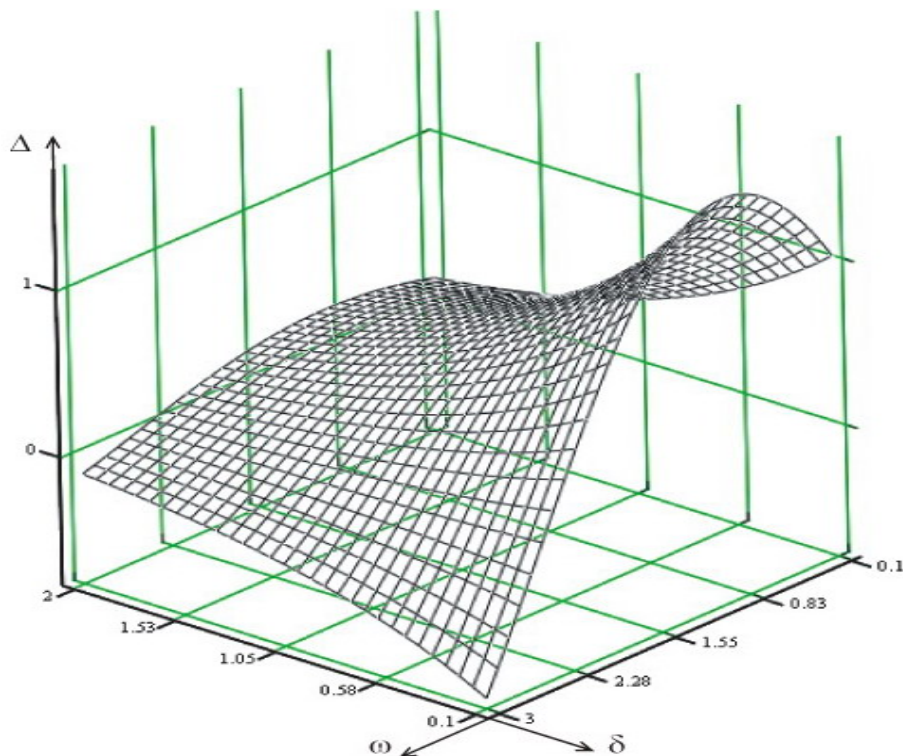


Рисунок 4.18 - Залежність розмірів ризику впливу від параметрів системи руху згідно залежності (4.26)

Виходячи з (4.24) та (4.25), матимемо:

$$V = x'_t = -A_0 \delta e^{-\delta t} \sin(\omega t + \varphi) + A_0 \omega e^{-\delta t} \cos(\omega t + \varphi),$$

звідкіля

$$V = A_0 e^{-\delta t} \sqrt{\omega^2 + \delta^2} \cdot \sin\left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi\right), \quad (4.27)$$

тобто, отримуємо

$$V = \frac{x_0}{\sin \varphi} e^{-\delta t} \sqrt{\omega^2 + \delta^2} \sin\left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi\right).$$

Максимальне значення швидкості у цьому випадку знаходимо як:

$$\begin{aligned} V' = \frac{dV}{dt} = \frac{x_0}{\sin \varphi} \sqrt{\omega^2 + \delta^2} \left[e^{-\delta t} (-\delta) \sin\left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi\right) + \right. \\ \left. + e^{-\delta t} \cos\left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi\right) (-\omega) \right] = 0. \end{aligned} \quad (4.28)$$

Спрощуючи рівняння (4.28) до оптимального, знаходимо

$$\omega t = 2 \arctg \left(\frac{\omega}{\delta} - \varphi \right)$$

або для t_0 маємо вирішення, що наведено на рис. 4.19

$$t_0 = \frac{1}{\omega} \left(2 \arctg \frac{\omega}{\delta} - \varphi \right). \quad (4.29)$$

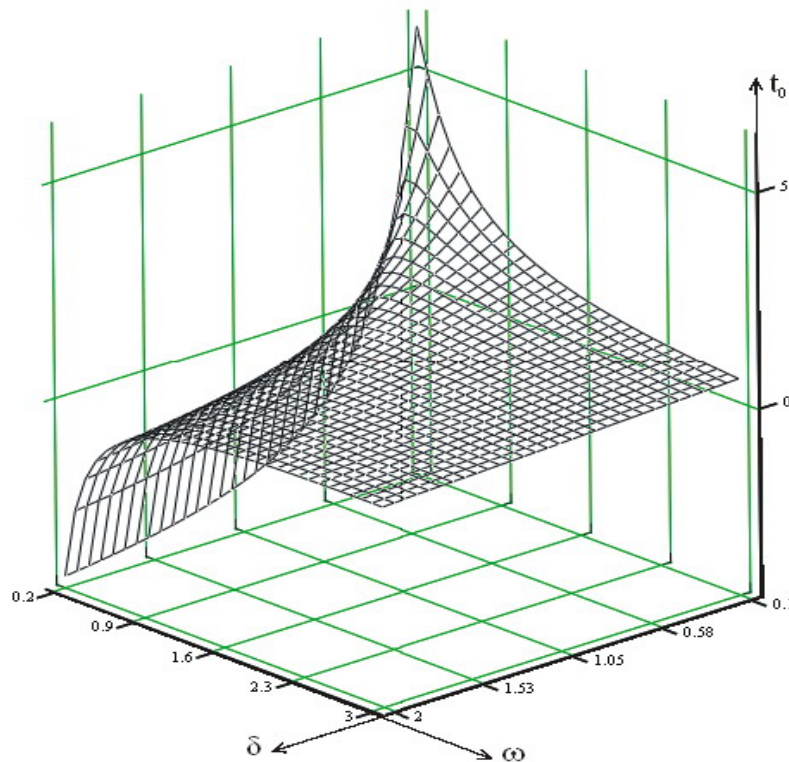


Рисунок 4.19 - Залежність часу руху t_0 від параметрів системи за виразом (5.29)

Швидкість V_{\max} у цьому випадку:

$$V_{\max} = \frac{x_0}{\sin \varphi} e^{-\delta \frac{2 \arctg \frac{\omega}{\delta} - \omega t - \varphi}{\omega}} \sqrt{\omega^2 + \delta^2} \sin \left(\arctg \frac{\omega}{\delta} - 2 \arctg \frac{\omega}{\delta} \right). \quad (4.30)$$

Функцію відображено на рис. 4.20.

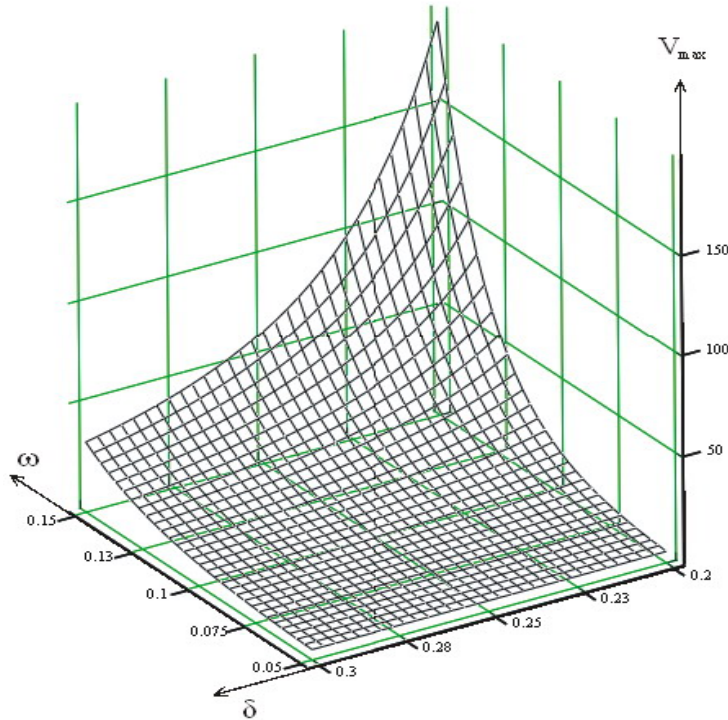


Рисунок 4.20 - Залежність максимальної швидкості V_{\max} при сталих параметрах системи руху та розміру rischi за виразом (4.30)

Отже, навіть спрощене математичне моделювання доводить, що існує низка проблем із визначенням координати старту та координати впливу на БО, тобто існує проблема поганого та вправного лікаря, діагноста, всі дії яких полягають у дотриманні параметрів δ_2 , δ_1 , ω , t_0 . Всі ці параметри є параметрами рухливої системи оператора. Як наслідок, виникає проблема фізико-технічних вимог до будь-якого оператора, який повинен відпрацьовувати відповідні циркуляційні рухи у межах враженої ділянки БТО. Тому маємо можливість вивести низку вимог, які стосуються кваліфікаційних градацій оператора при визначенні стану БТО.

Отже, повинен задовольняти наступним вимогам з огляду на фізико-математичне моделювання, тобто:

1. Навіть з неупередженого погляду дуже добре видно, що координата $x=0$ ніколи не може бути досягнута, хоча йшлося про ідеалізовану ситуацію, коли вектор руху ідеально співпадає з віссю координат (x та y). У цьому випадку маємо чинно-наслідковий зв'язок: нема швидкості руху об'єкту – немає вимірювання.

2. Точність налаштування на ширину rischi впливу є повністю залежною від фізичних параметрів системи руху, а саме від δ_1 , δ_2 , ω , тому що вони є взаємозалежні від величини часу вимірювання t_0 .

3. Ширина rischi впливу в налагодженні є прямозалежною від параметрів системи руху, а саме δ_1 , δ_2 , ω .

4. Для кожної системи вимірювання існує таке значення t_0 , яке задовольняє не ширині rischi Δ впливу, а її параметрам δ_1 , δ_2 , ω (ступінь кваліфікації оператора).

5. Розглянутий випадок є взаємнообернений, оскільки рух від координати $x=0$ до $x=x_0$ такий же, як від $x=x_0$ до $x=0$ (ступінь кваліфікації оператора).

6. Якщо швидкість $V \rightarrow 0$ вимірювання неможливе, оскільки координата присутності знаходиться у зоні Δ . Отже, чим ширша риска, тим менше можливостей визначитися з точністю налагодження і навпаки.

Отже, як впливає з розглянутого випадку, існують певні проблеми отримання точності навіть у ідеалізованому варіанті при стартових умовах з нульовою швидкістю. Неврахування попередньої математичної моделі призводить до того, що оператори користуються суто суб'єктивним відчуттям процесу діагностики та лікування, не орієнтуючись на реальне моделювання.

Є вочевидь, що ми маємо можливість перетинати поверхневий шар клітин під різними кутами відносно їхньої подовженості тобто осі x (розд. 2, рис. 2.9).

Інформація, яка буде отримуватися таким шляхом, буде залежна від довжини шляху АВ, який, у свою чергу, буде залежним від кута β та геометричних розмірів доступної частини клітини, тобто h_k та l_k (розд. 2, рис. 2.9,а). З рис. 2.9,б можна зробити висновок, що:

$$l_a = \frac{h_k}{\sin \beta}, \quad (4.31)$$

де l_a – активна довжина вимірювання, яка дорівнює відтинку АВ.

Дуже добре видно, що l_a має два критичні випадки, тобто:

$$\begin{aligned} \text{при } \beta = \frac{\pi}{2} \quad l_a &= h_k \text{ та} \\ \text{при } \beta = \arcsin \frac{h_k}{l_k} \quad l_a &\approx l_k. \end{aligned} \quad (4.32)$$

Наступним чинником впливу на результати досліджень буде швидкість руху відчутника, тобто якщо ми досліджуємо деяку функціональну залежність на відтинку l_a , наприклад, $y_k = f(x)$, де x задовольняє умові $-\frac{l_k}{2} \leq x \leq \frac{l_k}{2}$, то необхідно буде враховувати вплив функції руху V_x або V_y .

Узагальнення всього вищесказаного призводить до того висновку, що окремі фрагменти структури БТО можна розглядати як регулярні за властивостями текстури монотонного характеру. Тобто, досліджуючи поверхню, що за своїми розмірами набагато перевищує клітину за розмірами, повинна була спостерігатися відповідно синхронно-регулярна періодичність сигналу, який отримується.

Якщо розглянути поле дослідження розмірами $L \times l_a$, де L – загальна довжина треку дослідження, тобто $L = n l_T$, де n – кількість треків, а l_T – довжина одного треку, то можна стверджувати, що:

$$l_T = m \cdot l_a \text{ або з (4.31) } l_T = m \frac{h_k}{\sin \beta} \quad (4.33)$$

де m – кількість клітин по довжині треку l_T .

Швидкість проходження треку вимірювання V_T за час t_T , а отже, звідсіля маємо:

$$l_T = V_T \cdot t_T \quad (4.34)$$

і після підстановки у (4.31)

$$V_T \cdot t_T = ml_a \text{ або } t_T = \frac{ml_a}{V_T} \quad (4.35)$$

З іншого боку $l_a = V_T \cdot t_a$, де t_a – час, необхідний для виміру параметрів одної окремо визначеної клітини об'єкту, тоді:

$$t_T = mt_a. \quad (4.36)$$

Тобто це доводить, що у вимірювальному сигналі повинні бути присутні відповідні гармоніки, які будуть переважати усі інші.

Отже, моделювання текстури БТО надає можливість загальної побудови фантома досліджуваного об'єкту [65] для визначення механізмів БТВ при спостереженні за станом БТО, діагностиці тощо у медичній практиці, побудови основ створення інтегрованої медичної апаратури, яка містить модулі опромінювання та діагностичні модулі, базовані на різних фізичних засадах.

4.3.1. Рекомендації щодо застосування відчутників світлового випромінювання при взаємодії із біотехнічними об'єктами

Ефективність застосування комплексних світлових полів з декількома довжинами хвилі ЕМВ можна пояснити одночасним впливом на сукупність клітин тканин організму, при якому при невисокій інтенсивності впливу може відбуватися досить швидка перебудова функціонування регуляторних систем організму, тканинної структури, а також структури мембран клітини, яка представляє собою динамічну систему.

Можна, наприклад, спробувати описати процес подібних взаємодій об'єктів різної природи з огляду на дуальність ЕМВ, оскільки згідно з принципами квантової електродинаміки вільне ЕМП еквівалентно набору

гармонійних осциляторів [66]. Авторські результати щодо дослідження впливу просторово-часової когерентності [40, 47, 68, 69] джерел випромінювання в терапевтичних приладах показали також значення високого ступеня когерентності ЕМВ у порівнянні з некогерентним ЕМВ. Крім того, параметри випромінювання некогерентних джерел залежать від режимів роботи блоку живлення і не відрізняються високою стабільністю, що може порушувати резонансний процес взаємодії з біологічною структурою як динамічною системою. Такі порушення можуть призводити до негативних змін динаміки функціонування БТО.

Необхідною і достатньою умовою когерентності світлового ЕМВ ЛДК повинна бути монохроматичність ЕМВ як стаціонарного поля, для якого має місце

$$\Gamma_N^{(1,1)}(t_1, t_2) = \Gamma_N^{(1,1)}(t_1 - t_2) = V^*(t_1)V(t_2) \quad (4.37)$$

де $t_{1,2}$ - моменти часу,

$V(t) \sim \exp(-j2\pi\nu_{01}t)$ - часова характеристика поля ЕМВ з частотою ν_{01} .

Проте при використанні n хвиль λ когерентного ЕМВ терапевтичних приладів з кількома довжинами хвиль, найбільш виправданими з огляду впливу на організм (що підтверджено авторськими експериментальними дослідженнями), може бути режим послідовного включення таких джерел ЕМП.

Можливо, що ЕМП БО (БТО) в цілому може не мати настільки суворої монохроматичності, оскільки складається з досить різнорідних, наприклад, на рівні тканинних, структур з різними фізико-механічними і хімічними характеристиками. Динамічні процеси, що відбуваються в таких структурах, можуть створювати ЕМП в досить широкому спектрі з яскраво вираженими максимумами на частотах, обумовлених функціонуванням подібної біологічної структури або набору ідентичних структур.

При цьому важливим аспектом при впливі когерентного ЕМВ на біологічні тканини є принцип резонансного поглинання в тих випадках, коли абсорбційні максимуми біологічних компонентів співпадають з довжиною

хвилі випромінювання. Так, наприклад, інтегроване ЕМВ з довжинами хвиль 530 нм і 630 нм активно поглинається еритроцитами, не супроводжуючись їх руйнуванням. Крім того, вагомий відсоток поглинання випромінювання біологічними компонентами тканинними структурами знаходяться також в більш короткохвильової частини спектру. Експериментальними дослідженнями показані [40, 68] резонансні процеси генерації стимульованого радіовипромінювання біологічними рідинами, які опромінені когерентним ЕМВ довжини хвилі 630 нм.

Відгук біологічної структури на зовнішній вплив проявляється в межі значень її резонансної частоти, а ширина відгуку залежить від амплітуди зміни сигналу дії. Таким чином, процес адаптації функціонування біологічної структури залежить від спектральних характеристик сигналу зовнішнього впливу і від спектральних характеристик власного електромагнітного поля біологічної структури. Тому резонансні явища при взаємодії когерентних полів зовнішнього впливу медичного опромінювача і полів ЗП біологічної структури можуть пояснювати процес стимуляції, наприклад кровотворних функцій і регенерації тканин організму. При цьому процеси такої взаємодії можуть бути обумовлені, з погляду квантової електродинаміки, перехідними процесами при детектуванні компонентами біоструктури зовнішнього ЕМВ і вторинного квантування єдиного поля БТО.

Отже, повинні існувати відмінності параметрів біологічної структури БТО, що опромінювалася когерентним або некогерентним ЕМВ, зокрема, оптичного діапазону. Як показали практичні авторські дослідження [40, 67, 68], проведені на об'єктах в сфері ветеринарної медицини, ефективність терапевтичного впливу когерентного випромінювання з довжиною хвилі 530 нм і 630 нм набагато перевищує за показниками вплив некогерентного випромінювання, яке застосовується при лікуванні захворювань, а також реабілітації пацієнтів.

При визначенні характеристик взаємодії доцільно розглядати когерентні стани, які зберігають інформацію про фазових характеристиках польової

структури ЗП в кінцевому обсязі, що зумовлено характеристиками взаємодіючих об'єктів. Введення когерентних станів (як лінійні комбінації фоківського станів [70]) таким чином в даному випадку дозволить отримати інформацію про властивості ансамблю, обумовлених взаємодією входять до нього часток у вигляді одного матричного елемента.

Припустимо, що взаємодія повністю когерентного світлового випромінювання при терапевтичному впливі за власними полями біологічної структури можна розглянути як узагальнені когерентні стани ЕМП виду

$$\begin{aligned} |\alpha_n, \{\varphi_n\}\rangle &= \exp\left(-\frac{1}{2}|\alpha_n|^2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\alpha_n^n \exp(i\varphi_n)}{(n!)^{1/2}}\right) |n\rangle, \\ |\beta_{BC}, \{\varphi_m\}\rangle &= \exp\left(-\frac{1}{2}|\beta_{BC}|^2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\beta_{BC}^m \exp(j\varphi_m)}{(m!)^{1/2}}\right) |m\rangle, \end{aligned} \quad (4.38)$$

де φ_n, φ_m - послідовності дійсних чисел;

$| \rangle$ - вектор стану;

β, α - комплексні числа, що відображають характеристики оператора знищення частинок ЕМП ЗП терапевтичного периферійного модулю і польової структури ЗП певної одиничної структури БО (БТО) відповідно.

Такі стани можна вважати когерентним станами ($m = n$) гармонійного осцилятора з енергією $n_{\lambda} \hbar \omega_{\lambda}$ і $n_{\lambda 1} \hbar \omega_{\lambda 1}$, де $\hbar \omega_{\lambda}$ - енергія частки, \hbar - постійна Планка.

Припустимо, що таким осцилятором є нормально функціонуюча біологічна структура в резонансі із ЕМП терапевтичного модулю впливу. Подібна структура повинна бути досить однорідною, оскільки патологічні структури тканини відрізняються за фізико-хімічними та механічними показниками. У цьому випадку вираз (5.38) буде змінюватися, що свідчить про порушення когерентності поля об'єкта.

Якщо розглядати БО в цілому, то можна спробувати уявити польову структуру його ЗП багатомодовими станами, оскільки поодинокі структури мають різні спектральні характеристики випромінювання.

Тоді, скориставшись поданням когерентного стану

$$|\{\beta_\lambda\}\rangle \equiv \prod_\lambda |\beta_\lambda\rangle \quad (4.39)$$

для кінцевого поля в об'ємі L^3 з кінцевим числом ступенів свободи отримуємо

$$|\{\beta_\lambda\}\rangle \equiv \sum_{\{m_\lambda\}=0}^k \left\{ \prod_\lambda \left| \frac{\beta_{\lambda'}^{m_{\lambda'}}}{(m_{\lambda'}!)^{1/2}} \exp\left(-\frac{|\beta_{\lambda'}|^2}{2}\right) \right| m_\lambda \right\}. \quad (4.40)$$

Тоді можна припустити, що сумарне ЕМП БТО, яке утворюється в результаті їх взаємодії, являє собою суміш узгоджених когерентних станів, що відрізняються фазовими множниками.

Процес взаємодії об'єктів можна визначити, наприклад, вводячи оператор детектування [70], що визначає поглинання квантів (з імпульсом $\hbar\mathbf{k}$) випромінювання частинками речовини

$$\hat{A}(x) = L^{-3/2} \sum_{\mathbf{k},s} \mathbf{e}^{(s)}(\mathbf{k}) \hat{a}_{\mathbf{k},s} \exp[i(\mathbf{k}, \mathbf{x} - kct)], \quad (4.41)$$

де c - швидкість світла,

\mathbf{e} - поляризація фотона когерентного оптичного випромінювання ЗП,

s - поляризація,

$x \equiv x(\mathbf{x}, t)$ - просторово-часова крапка поля,

$kc = \omega_\lambda$.

Вираз для оператора знищення (детектування) частки поля

$$\hat{A}^{(+)}(x) |\{\alpha_\lambda\}\rangle = \mathbf{V}(x) |\{\alpha_\lambda\}\rangle, \quad (4.42)$$

а ермітове поєднання має вигляд

$$\langle \{\alpha_\lambda\} | \hat{A}^{(-)}(x) = \langle \{\alpha_\lambda\} | \mathbf{V}^*(x), \quad (4.43)$$

$$\text{де } \mathbf{V}(x) = \frac{(2\pi\hbar c)^{1/2}}{L^{3/2}} \sum_{\mathbf{k},s} k^{1/2} \mathbf{e}^{(s)}(\mathbf{k}) \hat{a}_{\mathbf{k},s} \exp[i(\mathbf{k}, \mathbf{x} - kct)]. \quad (4.44)$$

Для одномодового когерентного оптичного випромінювання периферійного модулю системи

$$d^2 \{ \alpha_\lambda \} = d(\operatorname{Re} \alpha) d(\operatorname{Im} \alpha) = r dr d\varphi, \quad (4.45)$$

де $\alpha = r \exp(i\varphi)$,

r, φ – полярні координати.

Кореляційну функцію когерентного стану багатомодового поля БТО можна виразити як

$$\Gamma_N^{(m,n)}(x_1, \dots, x_{m+n}) = \int \Phi_N(\{x_\lambda\}) \prod_{j=1}^m V^*(x_j) \prod_{k=m+1}^{m+n} V(x_k) d^2 \{ \beta_\lambda \}, \quad (4.46)$$

де $\Phi_N(\{x_\lambda\})$ – ваговий функціонал,

$$d^2 \{ \beta_\lambda \} = \prod_{\lambda} \beta_\lambda.$$

Тоді суперпозиція спільних полів об'єктів з амплітудою $\gamma = \alpha + \beta$ може визначатися як

$$\Phi_N(\{\gamma_\lambda\}) = \iint \Phi_N^{(1)}(\{\alpha_\lambda\}) \Phi_N^{(2)}(\{\beta_\lambda\}) \prod_{\lambda} \delta(\gamma_\lambda - \alpha_\lambda - \beta_\lambda) d^2 \{ \alpha_\lambda \} d^2 \{ \beta_\lambda \}. \quad (4.47)$$

Такий стан при опроміненні когерентним випромінюванням тягне за собою резонансні явища за типом фотонної луни, які можуть призводити до стимуляції функцій біологічної структури.

Авторські дослідження показали, що поведінка показників крові, польові структури якої знаходяться у взаємодії з польовими структурами когерентних і некогерентних випромінювань, різко відрізняються за динамічними характеристиками [40, 67, 68]. Якщо біологічна структура має патологічні фрагменти, то характеристики польової структури ЗП об'єкта змінюються. У цьому випадку ступінь узгодженості полів порушується, і можна припустити, що надалі адаптація біологічної структури БТО до нормального функціонування залежить від величини неузгодженості характеристик.

Викладені дослідження щодо впливу когерентного ЕМВ на біологічні структури підтверджується резонансними явищами, що виникають в біоструктурах, а це може призвести до розробки нових методик лікування і

нових принципів роботи медичних приладів. При цьому, дослідження доцільно також проводити відносно взаємодії змішаних типів випромінювання з польовими структурами БТО.

Такий інтерес до проблеми може бути обумовлений достатньою мірою численними розробками технічних засобів, які знаходяться в безпосередньому контакті з БО (БТО). Наразі відомо застосування джерел некогерентного ЕМВ в широкому спектральному діапазоні, однак, як зазначалося в авторських роботах [40, 68, 69], вплив на організм ЕМВ широкого частотного діапазону може і не відповідати параметрам поглинання компонентами біологічної структури. Це може негативно впливати на властивості структури, і, в цілому, на організм, викликаючи побічні ефекти при впливі ЕМВ. Таким чином, оскільки джерела некогерентного випромінювання достатньо часто використовують у медичних приладах внаслідок технічних проблем, цікавим випадком для дослідження може бути випромінювання змішаного типу, коли використовують монохроматичне ЕМВ когерентне та некогерентне певних довжин хвиль. У цьому випадку при взаємодії такого типу ЕМВ із компонентами біологічної структури досягається ефект поєднаного впливу (при наявності когерентної складової випромінювання, як було зазначено в авторських роботах) при використанні простих і доступних технічних засобів, що здешевлює конструкцію приладу. Тому доцільним є моделювання подібних взаємодій для визначення ступеня найбільшого впливу світлових випромінювань на організм.

Розглянемо модель взаємодії випромінювання світлового діапазону змішаного типу з динамічною системою БТО з точки зору еквівалентності поля набору гармонійних осциляторів. Можна уявити змішані стани поля, спираючись на розкладання за когерентними станами [66, 70]. Оскільки когерентні стани представляють переповнену систему станів, по цих станах можна розкласти будь-який оператор, наприклад, матрицю щільності.

Так, для конкретного модулю системи поле випромінювання змішаного типу можна представити когерентними станами, використовуючи розкладання довільного оператора

$$\hat{M} = \frac{1}{\pi^2} \iint |\alpha\rangle \langle \alpha| \hat{M} |\beta\rangle \langle \beta| d^2\alpha d^2\beta, \quad (4.48)$$

де $\alpha = r \exp(i\varphi)$, r, φ - полярні координати,

$|\rangle$ - вектор стану,

$|\alpha\rangle, |\beta\rangle$ - когерентні стани полів,

$$d^2\alpha = d(\operatorname{Re} \alpha) d(\operatorname{Im} \alpha) = r dr d\varphi. \quad (4.49)$$

Тоді, матриця щільності для опису поля є

$$\hat{\rho} = \frac{1}{\pi^2} \iint |\alpha\rangle \langle \alpha| \hat{\rho} |\beta\rangle \langle \beta| d^2\alpha d^2\beta. \quad (4.50)$$

Поле лазерного випромінювача (в когерентному стані $|\beta\rangle$) має вагову функцію

$$\Phi_{\mathcal{N}}(\alpha) = \delta(\alpha - \beta), \quad (4.51)$$

яка є квазіймовірнісним розподілом.

Індекс \mathcal{N} означає відповідність функції Φ нормально впорядкованим операторам. Нормальний порядок операторів поля відповідає випадку зникнення фотонів, а антинормальное упорядкування - ситуації виникнення (випускання) фотонів випромінювання.

Отже, квантове середнє значення нормально впорядкованих операторів виражається як середнє значення в узагальненому фазовому просторі з квазірозподілом $\Phi_{\mathcal{N}}(\alpha)$ (за умови, що інтегрування виконано по всій комплексній площині).

Інакше можна уявити матрицю густини в діагональній формі

$$\hat{\rho} = \iint \Phi_{\mathcal{N}}(\alpha) |\alpha\rangle \langle \alpha| d^2\alpha. \quad (4.52)$$

При усередненні антинормально впорядкованих операторів поля маємо функцію

$$\Phi_{\mathcal{A}}(\alpha) = \frac{1}{\pi} \langle \alpha | \hat{\rho} | \alpha \rangle, \quad (4.53)$$

яка є аналітичною функцією типу

$$\Phi_{\mathcal{A}}(\alpha) = \frac{1}{\pi} \sum_{n,m} \rho(n,m) \frac{\alpha^{*n} \alpha^m}{\sqrt{n!m!}} e^{-|\alpha|^2}. \quad (4.54)$$

Функції (4.51) і (4.54) пов'язані між собою співвідношенням

$$\Phi_{\mathcal{A}}(\alpha) = \frac{1}{\pi} \int \Phi_{\mathcal{N}}(\beta) e^{-|\alpha-\beta|^2} d^2\beta. \quad (4.55)$$

Проводячи заміни $\alpha \rightarrow \hat{a}, \alpha^* \rightarrow \hat{a}^+$ у функціях $\Phi_{\mathcal{N}}$ і $\Phi_{\mathcal{A}}$ можна визначити матриці щільності нормальної і антинормальної форми.

Якщо розглядати поле випромінювача, де поєднуються лазерні джерела і світлодіодні (тобто джерела когерентного та некогерентного випромінювання), утворюючи ЕМП змішаного типу, можна уявити таке поле когерентним випромінюванням з комплексною амплітудою β і гаусового пучка з середнім числом фотонів $\langle n \rangle$.

Матриця щільності такого типу може бути представлена як

$$\hat{\rho} = \frac{\langle n \rangle^{\hat{b}^+ \hat{b}}}{(1 + \langle n \rangle)^{\hat{b}^+ \hat{b} + 1}}, \quad (4.56)$$

де $\hat{b} = \hat{a} - \beta$, $[\hat{b}, \hat{b}^+] = [\hat{a}, \hat{a}^+] = \hat{1}$.

Такий вираз матриці щільності дозволяє визначити стан полів випромінювача світлового діапазону приладу для опромінення з метою проведення фізіотерапевтичних процедур

$$\hat{\rho} = \hat{\rho}^{(\mathcal{A})} = \frac{1}{\langle n \rangle} \mathcal{A} \left[\exp \left(-\frac{b^+ b}{\langle n \rangle} \right) \right]. \quad (4.57)$$

Проводячи заміни $\hat{b} \rightarrow \alpha - \beta, \hat{b}^+ \rightarrow \alpha^* - \beta^*$ можна отримати вираз для функції

$$\Phi_{\mathcal{N}}(\alpha) = \frac{1}{\pi \langle n \rangle} \exp \left(-\frac{|\alpha - \beta|^2}{\langle n \rangle} \right). \quad (4.58)$$

Якщо виходити з того, що динамічні процеси, що відбуваються в живих БТО, ЕМП з чітко вираженими максимумами на частотах, обумовлених функціонуванням структури, можна пояснити процеси взаємодії розглянутого типу випромінювання. Тобто, квазірозподіл когерентного ЕМВ повністю може збігатися з розподілом польової структури ЗП біологічної структури.

При цьому, звичайно ж, бажаним є використання повністю когерентного випромінювання, проте, виходячи з вищевикладених практичних складнощів, коли необхідно здешевлення і спрощення приладу, необхідним має бути поєднання когерентності та некогерентності джерел випромінювання. тоді найбільш можливими можуть бути резонансні явища при взаємодії полів зовнішнього впливу медичного опромінювача і полів біологічної структури живого організму. У цьому випадку, як було відмічено, адаптація біологічної структури до нормального функціонування залежить від величини узгодження характеристик зовнішніх полів і власного поля організму.

Тобто, вищевикладені припущення стосуються спроби виправдання використання в медичному обладнанні відчутників випромінювання, що включають некогерентні випромінювачі.

У процесі проведення процедури опромінення низькоінтенсивним ЕМВ, а також при діагностиці низки захворювань, відбувається поглинання енергії речовинами, які утворюють БО, БТО, ПО. Вплив на сукупність клітин тканин організму призводить до того, що при невисокій інтенсивності впливу може відбуватися досить швидка перебудова функціонування регуляторних систем організму, тканинної структури, а також структури клітинних мембран, що є динамічною системою. Зазвичай при поглинанні речовиною об'єкта

зовнішнього випромінювання енергія кванта витрачається на перехід електрона на інший енергетичний рівень. При такій взаємодії в БО (БТО) виникають нерівноважні процеси, які призводять до зміни параметрів ЕМП, яке визначає зону присутності об'єкта в просторі. ЗП, як було визначено, представляє обсяг повної інформації про об'єкт у просторово-часових координатах.

Простір, у якому знаходиться певний об'єкт, позначимо як $\mathbb{R}^{1,n}$. Тоді у псевдоевклідових координатах x^0, x^1, \dots, x^n скалярний добуток набуває вигляду метрики Мінковського

$$(\xi, \eta) = \xi^0 \eta^0 - \xi^1 \eta^1 - \dots - \xi^n \eta^n, \quad (4.59)$$

де n – розмірність простору.

Оскільки з погляду сучасних уявлень фізики неможливо відокремити просторові та часові параметри існуючого об'єкта, то цю систему можна описати з погляду чотиривимірною просторово-часового континуума (фізичний простір має $n=3$, а час - $n=1$), тобто опису простору Мінковського $x_{\text{Б}0}^0 = t, x_{\text{Б}0}^1, x_{\text{Б}0}^2, x_{\text{Б}0}^3$, де t - час, $x_{\text{Б}0}^1, x_{\text{Б}0}^2, x_{\text{Б}0}^3$ - координати певної крапки (структури) БО або плинної події. Таким чином, цей факт можна використовувати при визначенні координати патологічної структури БО.

Окрім того, можна визначати процес життя кожної частки (структури) об'єкта у будь-який момент часу як мірову лінію крапкової частинки $x^\alpha(t)$, $\alpha = 1, 2, 3$. Визначаючи таким чином координати, зміни їх у просторі, можна також використовувати їх для діагностики у випадку певних патологій БТО. Якщо розглядати форму польової структури ЗП майже нормального БТО, то можна визначитися з кількістю резонансів N_3 у польовій структурі досліджуваного об'єкта для тривимірному простору [69] при певній частоті f за умови гладкої межі резонатору, яким є ЗП БТО

$$N_3(f) = \frac{4\pi}{3} V \left(\frac{f}{c} \right)^3, \quad (4.60)$$

де V – об’єм резонатору ЗП певного об’єкта або його визначеної структури,
 c – швидкість розповсюдження світла у повітрі.

Проте, якщо розглядати зміну форми польової структури ЗП об’єкта під впливом зовнішнього подразника, то можна припустити, що реальна межа резонатору є фрактальна з характеристиками, які залежать від зміни структури:

$$|\Delta N_3(f)| = \left(L \frac{f}{c} \right)^D, \quad (4.61)$$

де L – характерна довжина структури,

D – спектральна розмірність. Частотний спектр коливань польової структури ЗП БТО залежить від зміни параметрів форми досліджуваної структури, тобто може визначатися розмірністю Мінковського-Буллігана [71]

$$D_{M-B} = \lim_{\psi \rightarrow \infty} \frac{\log F(\psi)}{\log \left(\frac{1}{\psi} \right)} + 2, \quad (4.62)$$

де $F(\psi)$ - об’єм «вмісту Мінковського»,

ψ - радіус сфер, що вкривають фрактальні структури досліджуваного БТО. Тобто, за подібною уявою можна розглядати зміни, наприклад у ДНК БО, при діагностиці наявності ПО в масі БТО, при впливі зовнішнього подразника тощо. Зону присутності БТО можна виразити за допомогою чотиривимірного простору

$$dt^2 = g_{ij} dx^i dx^j = (dx^0)^2 - \sum_{\alpha=1}^3 (dx^\alpha)^2. \quad (4.63)$$

Тоді польова структура ЗП об’єкта є тензором F_{ij} що визначається параметрами електричних і магнітних полів (E , H) польової структури, що виникає у взаємодії відчутників ТО із БО (БТО)

$$(F_{ij}) = \begin{pmatrix} 0 & E_1 & E_2 & E_3 \\ -E_1 & 0 & -H_3 & H_2 \\ -E_2 & H_3 & 0 & -H_1 \\ -E_3 & -H_2 & H_1 & 0 \end{pmatrix} \quad (4.64)$$

Якщо уявити, що біологічні структури при взаємодії із зовнішнім ЕМП є єдиний БТО, то його дія в тривимірному просторі в кінцевому часовому інтервалі можна визначити як

$$S = - \int_{t_1}^{t_2} mc^2 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} dt - \sum \frac{e}{c} \int A_k dx^k - \frac{1}{16} \int F_{ik}^2 d^4x \quad (4.65)$$

де m - маса, v - тривимірна швидкість структури під впливом зовнішнього поля подразника, зокрема відчутника деяких полів в активному режимі,

A_i - 4-потенціал поля, який визначає його властивості.

Просторові компоненти (A^1, A^2, A^3) 4-вектора утворюють векторний потенціал поля \mathbf{A} , а часова компонента $A^0 = \phi$ - скалярний потенціал поля. ри цьому можна розглядати зони присутності БТО, БО, ПО і зону їх взаємодії, вводячи тривимірний фазовий простір для визначення повної картини динаміки процесів послідовних змін в біологічній структурі під дією низькоінтенсивного світлового ЕМВ. Вочевидь спроба такого подання може дати картину змін, що відбуваються у просторі та часі зони присутності організму при його контакті з впливає випромінюванням у період проведення процедури, зокрема, при визначенні відгуку біологічної структури на зовнішній вплив.

Викладені рекомендації про можливе застосування відчутників дослідження зон взаємодії зовнішнього низькоінтенсивного, наприклад світлового когерентного ЕМВ, із структурами об'єктів при фізіотерапевтичних впливах чи діагностиці, може показати їх зону взаємодії як єдиного БТО. Таким чином, можна буде визначити зміни, що виникають на рівні польових взаємодій у біоструктурі, що дозволить оптимізувати процес світлового опромінення.

4.4. Методика застосування засобів діагностики стану та впливу на біотехнічний об'єкт

Досить часто у медичній практиці зустрічаються випадки, коли необхідно визначитися з координатою тієї чи іншої патології, прихованої в масі живого об'єкта, яка не може бути знайденою шляхом традиційного огляду фахівця або традиційної медичної апаратури, проте ця патологія вимагає хірургічного втручання або негайного консервативного лікування. Звісно, що у таких випадках повинна бути досить висока точність, яка за звичайних методик є ненадійною, а саме за точністю визначення координат патології. Тим не менш, будь-яка патологія створює навколо себе зону присутності, яка при використанні відповідних технологій та технічних засобів досить легко реєструється. Згідно закону присутності всі об'єкти (БО, БТО, ПО, ТО) мають зону присутності, яка визначається низкою фізико-хімічних, технічних законів і має визначений достеменний спектральний характер [40, 72].

Наразі маємо можливість визначитися із типовими ситуаціями, які виникають у звичайній медичній практиці. Реальна ситуація полягає у тому, що захворювання поверхневого характеру мають однозначну конфігурацію або кулі, або риси. Здебільшого ці патології формуються за технологічними процесами, які розглядалися у розд. 1. Тобто нам необхідно зосередитися на тих неадекватних об'єктах, які складають відмінності на шкірній поверхні БО. такі об'єкти є значно відмінними від загальної структури організму за своїми властивостями, тобто навколо патології та навколишнього простору (шкіра) утворює зону запалення біологічних процесів або зону присутності хворобливої ділянки. Ця ділянка поверхні (шкіри) відрізняється від загальної і має властивість радіального поширення у периферії. Наразі існують два джерела подібного типу: це або монокрапковане, або лінійне. Тому розглянемо ці можливі ситуації з БТО.

При наявності джерела підтримки польової структури зони присутності, а в нашому випадку – це наявність активної біологічної маси, яка має властивості

підтримки та розповсюдження зони присутності, оскільки знаходиться у стані активних біофізичних дій із навколишнім середовищем надає можливість визначитися з координатами ПО. Для того, щоб змодельовати цей процес у спрощеному вигляді, розглянемо, як це відбувається у суцільному середовищі ізотропної біологічної маси у приповерхневому шарі.

Приймемо початкові умови. Припустимо, що визначено ділянку $G(x, y)$ БО, де на глибині знаходиться патологічний об'єкт (ПО). Патологічний об'єкт як антагоністичний об'єкт у відношенні до нормального об'єкта з гомогенним середовищем має відповідну реакцію взаємодії з навколишнім середовищем, тобто ізотропною біологічною масою. Якщо обирати найбільш активний закон [73] стосовно взаємодії ПО з біологічною масою, то і абстрактний відчутник є найбільш достеменним інформатором про активність цієї зони присутності. На визначеній ділянці поверхні $G(x, y)$ будемо вважати, що $G'(z), G''(z) \approx 0$, тобто поверхня є практично рівною. Якби не існувало ПО, то скалярне поле функції $G(x, y)$ практично наближалось б до ситуації, коли $G'(x, y), G''(x, y) \approx 0$, тобто мали б рівномірний розподіл потенціалу $A''(x, y, z) \approx 0$. У випадку, коли патологічний об'єкт є наявним, умови різко порушуються. Його поява у будь-якій крапці у межах ділянки $G(x, y)$ викликає порушення польової структури на її поверхні (рис. 4.21,а). Якщо розглянути проекцію потенціалу на поверхню відносно координати X , то будемо мати відповідний за потенціалом графік (рис. 4.21,б).

У першому та другому випадках (рис. 4.21) відображені еквіпотенційні лінії функції $G(x, y)$, тобто $q_{-2}q_{-1} \dots q_0q_1q_2q_3 \dots q_i \dots q_{n-2}q_{n-1}q$. Оскільки початок координат ми обираємо суто суб'єктивно за досвідом, кваліфікацією та інтуїцією лікаря, то будемо вважати, що нульова точка координат співпадає з еквіпотенційною лінією q_0 , тобто це є наслідок відносності польової структури як такої. Експотенціаль q_0 є піковим максимальним значенням у межах обраної ділянки $G(x, y)$.

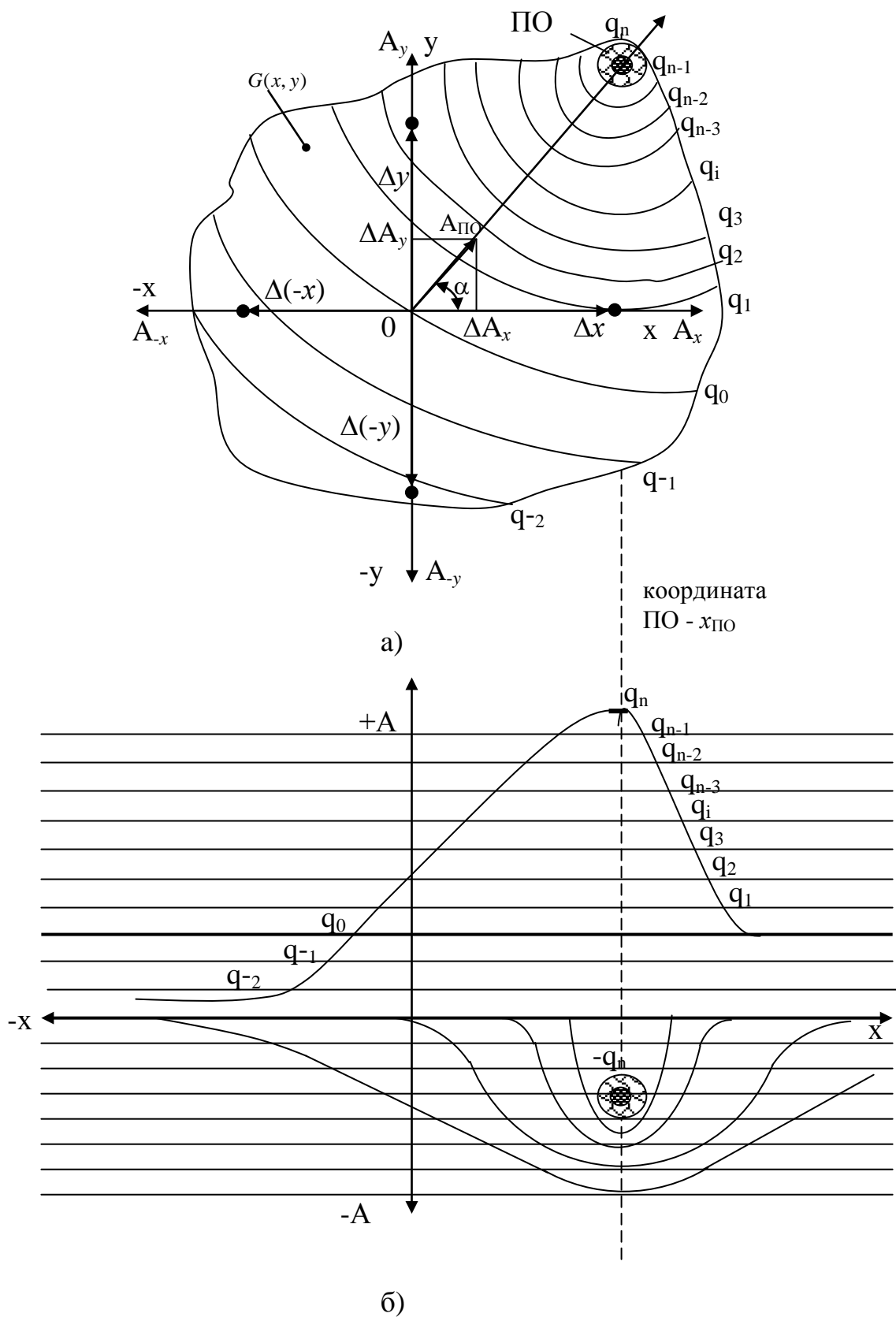
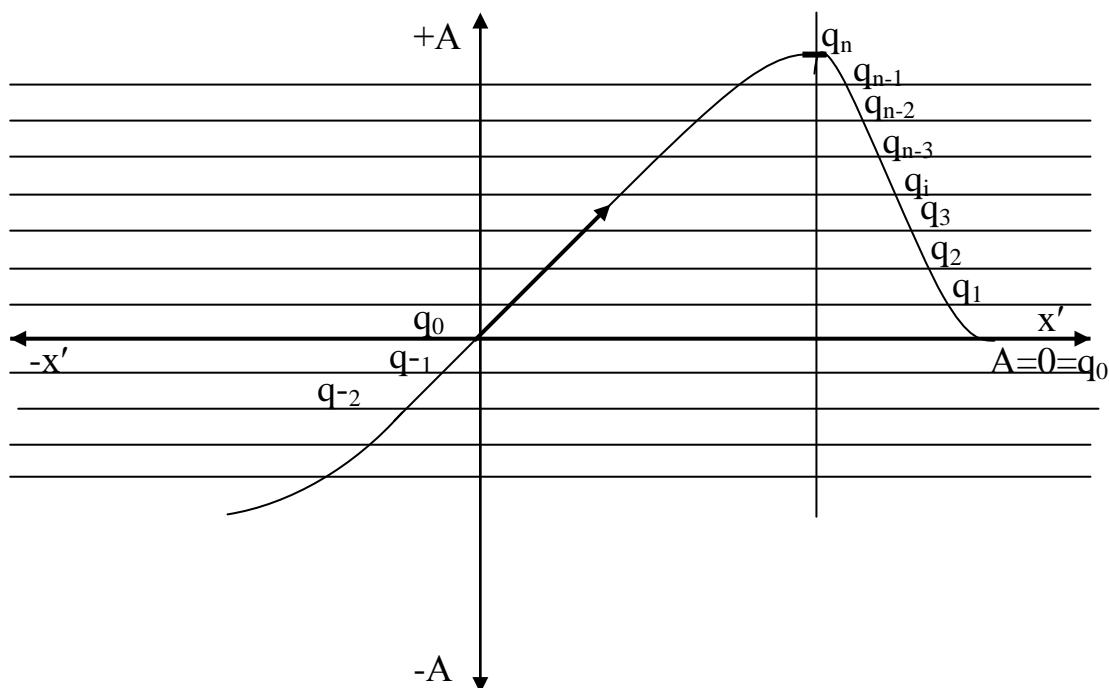


Рисунок 4.21 – Методика визначення координат патологічного об'єкта, де: а) розподіл ЗП ПО у об'єкті, б) проекція потенціалу на поверхню об'єкта



в)

Рисунок 4.21 – Методика визначення координат патологічного об'єкта, де: в - нормалізована проекція потенціалу на поверхню об'єкта

Координати відчутників:

- перший відчутник $x = 0 \quad y = 0$,
- другий відчутник $x = \Delta x \quad y = 0$,
- третій відчутник $x = 0 \quad y = \Delta y$,
- четвертий відчутник $x = -\Delta x \quad y = 0$,
- п'ятий відчутник $x = 0 \quad y = -\Delta y$.

(4.66)

Загальна координатна умова $\Delta x = |-\Delta x| = \Delta y = |-\Delta y|$.

(4.67)

Тепер визначимо методику отримання результатів вимірювань. Для того, щоб спростити математичний розгляд, приймаємо, що перший відчутник є потенційно прив'язаним до початку координат, тобто $A_0 = 0$, $q_0 = 0$.

У такому випадку для першого квадранту отримуємо:

- для координат Δx отримуємо ΔA_x ,
- для координат Δy отримуємо ΔA_y .

(4.68)

$$\text{Модуль вектора } A_{\text{ПО}} = \sqrt{(\Delta A_x)^2 + (\Delta A_y)^2} \quad (4.69)$$

Векторна діаграма у цьому випадку набуває вигляду

$$\mathbf{A}_{\text{ПО}} = \Delta \mathbf{A}_x + \Delta \mathbf{A}_y \quad (4.70)$$

У загальному розгляді ми приймали, що величини Δx та Δy є координатами розташування відчутників. Як наслідок, маємо право стверджувати, що ці координати є мірою вимірювання потенціалу польової структури $G(x, y)$. Тобто величини Δx , $-\Delta x$, Δy , $-\Delta y$, 0 як диференціали функції зростання координати, а зростання потенціалу як реакцію на координату зростання координат, отже

$$\begin{aligned} \Delta x &= \partial x & -\Delta x &= -\partial x \\ \Delta y &= \partial y & -\Delta y &= -\partial y \\ \Delta A_x &= \partial A_x & -\Delta A_x &= -\partial A_x \\ \Delta A_y &= \partial A_y & -\Delta A_y &= -\partial A_y \end{aligned} \quad (4.71)$$

Користуючись векторним співвідношенням (4.70) та виразами (4.71) маємо можливість отримати диференційну форму запису вектору $\mathbf{A}_{\text{ПО}}$. В основі отримання вектора $\mathbf{A}_{\text{ПО}}$ є похідна по напрямку, тобто $\frac{\partial G(\mathbf{r})}{\partial \mathbf{n}}$ [41]. Якщо використовувати вектори трикоординатної декартової системи, то

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k} \quad \mathbf{n} = n_x\mathbf{i} + n_y\mathbf{j} + n_z\mathbf{k} , \quad (4.72)$$

або у двокоординатному просторі, як у нашому випадку

$$\mathbf{r} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} \quad \mathbf{n} = n_x\mathbf{i} + n_y\mathbf{j} . \quad (4.73)$$

Оскільки ми маємо консервативне поле $\text{div} \mathbf{r} = 0$, яке диференціюється, то

$$\frac{\partial G(\mathbf{r})}{\partial \mathbf{n}} = n_x \frac{\partial G(\mathbf{r})}{\partial x} + n_y \frac{\partial G(\mathbf{r})}{\partial y} . \quad (4.74)$$

При виконанні низки відповідних перетворень маємо можливість стверджувати, що

$$\text{grad}A_{\text{ПО}} = \frac{\partial G(\mathbf{r})}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial G(\mathbf{r})}{\partial y} \mathbf{j} . \quad (4.75)$$

або

$$\text{grad}A_{\text{ПО}} = \frac{\partial \Delta A_x}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial \Delta A_y}{\partial y} \mathbf{j} . \quad (4.76)$$

Особливим нюансом при цьому вимірюванні, на який необхідно звернути увагу, є той факт, що приріст координат задається конструкційними особливостями відчутника, тобто його геометрія є достеменною. А, отже, на відміну від класичної теорії [41] ми у наш вимірюваний простір вносимо непорушні позиції відстані від початку координат та оцінюємо їх як основу до зміни функції поля $G(x, y)$. Тобто у цьому випадку використовується спеціальна методика. Сутність цієї методики полягає у тому, що, оскільки нам невідома загальна функція поля $G(x, y)$, оскільки вона є суб'єктивною, то ми маємо можливість вимірювати її лише у окремих відносних фрагментах польової структури $G(x, y)$.

Таким чином, базуючись на цій методиці, ми вносимо у польову структуру відповідну кількість чутливих елементів, які спрацьовують в окремо визначеній ділянці G на поверхні БТО. Отже, не зважаючи на орієнтацію координат X та Y маємо можливість визначення напрямку на ПО. Основним принципом, який закладено у цій теорії, є властивість вектору градієнту завжди вказувати на напрямок на пікове значення поля незалежно від їх полярності. Окрім того, градієнт поля на координаті ПО завжди буде дорівнювати нулю, тобто $\text{grad}A = 0$.

У загальному підсумку подібну ситуацію можемо описати виразом

$$dG = \frac{\partial G}{\partial x} dx + \frac{\partial G}{\partial y} dy \quad (4.77)$$

Але на відміну від цієї залежності (4.77) отримуємо ще три рівняння, які також визначають градієнти, але у своїх квадрантах, тобто разом з (4.76) отримуємо вирази:

- для першого квадранта $dG_1 = \frac{\partial G}{\partial x} dx + \frac{\partial G}{\partial y} dy$
 - для другого квадранта $dG_2 = -\frac{\partial G}{\partial x} dx + \frac{\partial G}{\partial y} dy$
 - для третього квадранта $dG_3 = -\frac{\partial G}{\partial x} dx - \frac{\partial G}{\partial y} dy$
 - для четвертого квадранта $dG_4 = \frac{\partial G}{\partial x} dx - \frac{\partial G}{\partial y} dy$.
- (4.78)

Отже, з виразу (4.78) отримуємо чотири вектори градієнти, які однозначно вказують на розташування ПО у масі БТО.

Розглянемо, як це може бути реалізованим за нашої прийнятої схеми розташування відчутників (рис. 4.22).

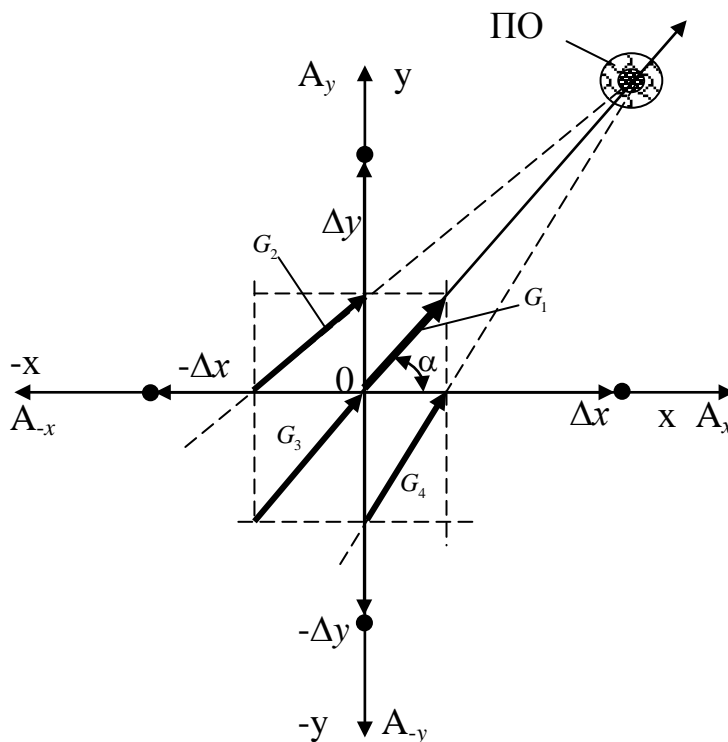


Рисунок 4.22 - Розташування векторів градієнтів польової структури в системі координат відчутників

Навіть неупередженого погляду достатньо, щоб зрозуміти, що будь-яке розташування вимірювального комплексу відчутників завжди бути формувати значення векторів градієнтів, які однозначно вказують на розташування ПО у системі координат відчутників, а отже, це надає можливості експрес-визначення наявності та розташування ПО у масі БТО, наприклад під шкірою. При віддаленні ПО від поверхні БТО величина градієнта розподілу буде тільки зростати, що за певних умов може вказувати на відстань до ПО.

Вирішити задачу стосовно знаходження цієї відстані можна, вирішуючи систему рівнянь стосовно прямих, які перетинаються в одній крапці, тобто:

- для першого квадранта $y_1 = k_1x + b_1$
 - для другого квадранта $y_2 = k_2x + b_2$
 - для третього квадранта $y_3 = k_3x + b_3$
 - для четвертого квадранта $y_4 = k_4x + b_4$
- (4.79)

Координата перетинання усіх чотирьох напрямків градієнтів розподілу польової структури повинна бути $x_{\text{по}}y_{\text{по}}$. До того ж цей блок рівнянь має свої особливості. Сутність цих особливостей полягає у наступному.

По-перше, коефіцієнти k_1, k_3 у блоці рівнянь завжди будуть однакові незалежно від координати розташування відчутників, тобто $k_1 = k_3$.

По-друге, оскільки ці коефіцієнти є рівними, то вони повинні сприйматися як «нульовий відлік», тоді будь-який інший коефіцієнт буде відмінним від нього, тобто $k_1 = k_3 \neq k_2 \neq k_4$. У такому випадку завжди один коефіцієнт буде більшим за інший, тобто $k_2 < k_1 = k_3 < k_4$. Отже, вирішуючи блок цих рівнянь в уявній системі координат, можна доволі точно визначитися з місцем розташування ПО. У реальній ситуації ми маємо не формалізовану математизовану точку в системі координат, а крапку, яка має свої закінчені технологічні розміри. У подібній ситуації розташування кожного вектору градієнта є невизначеним (рис. 4.23).

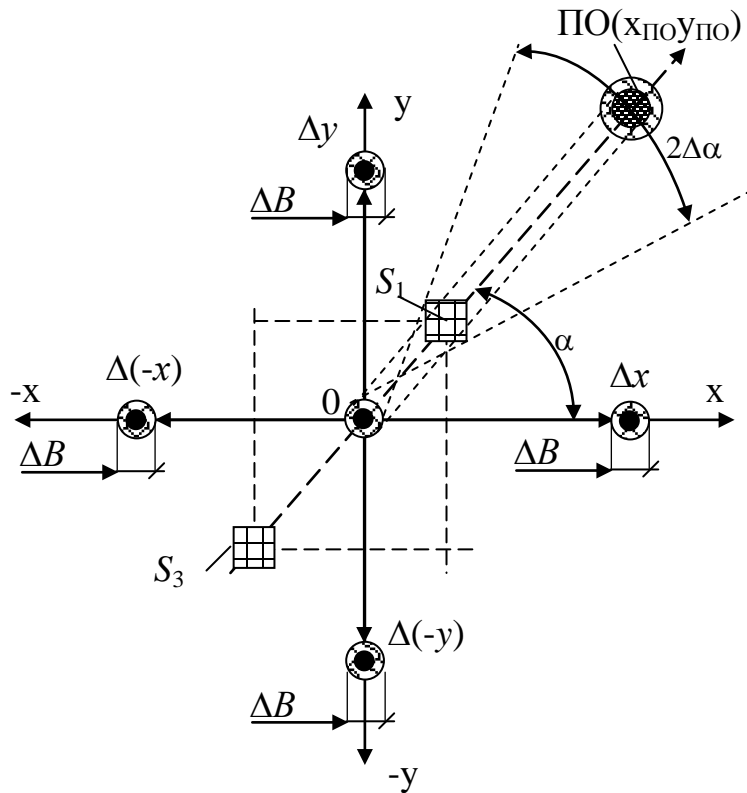


Рисунок 4.23 - Вплив геометричних розмірів відчутника на точність визначення напрямку на ПО

Основним чинником впливу на похибку визначення напрямку є не стільки похибка розташування відчутника у своїх координатах, скільки його геометричні розміри. Уявимо, що мінімальний розмір відчутника є ΔB . Як наслідок, є невідомим, де саме відбувається вимірювання потенціалу, тобто координатна похибка буде становити $\Delta x \pm \frac{\Delta B}{2}$ та $\Delta y \pm \frac{\Delta B}{2}$ (рис. 4.23).

Отже, маємо невизначеність початку та кінцівки вектору градієнта геть у всіх квадрантах. Якщо орієнтуватися на розміри реального відчутника та відстань до ПО у масі БТО, то є можливість означити наступні залежності:

$$\begin{aligned}
l_{\text{ПО}} &= \sqrt{x_{\text{ПО}}^2 + y_{\text{ПО}}^2}; \\
\Delta l_{\text{ПО}} &= l_{\text{ПО}} \cdot \Delta \alpha; \\
\Delta l_x &\approx \frac{\Delta B}{2} \sqrt{\pi}; \\
\Delta l_y &\approx \frac{\Delta B}{2} \sqrt{\pi}; \\
\text{tg} \alpha &= \frac{G_{y1}}{G_{x1}}; \\
A_{\text{ПО1}} &= \sqrt{G_{y1}^2 + G_{x1}^2}; \\
A_{\text{ПО3}} &= \sqrt{G_{y3}^2 + G_{x3}^2}.
\end{aligned} \tag{4.80}$$

де $l_{\text{ПО}}$ - відстань від початку координат до середини ПО;

$\Delta l_{\text{ПО}}$ - довжина дуги, що утворює радіус $l_{\text{ПО}}$ відносно початку координат;

$\Delta l_x, \Delta l_y$ - радіус зони невизначеності по координатах X та Y;

G_y, G_x - величини, які вимірює відчутник;

$A_{\text{ПО1}}$ - модуль вектору потенціалу у першому квадранті;

$A_{\text{ПО3}}$ - модуль вектору потенціалу у третьому квадранті.

Похибка визначення відносно напрямку кута α (рис. 4.23) становитиме $2\Delta\alpha$ або для першого квадранту

$$\Delta \alpha_1 = \frac{\Delta l_{\text{ПО}}}{l_{\text{ПО}}} = \frac{\Delta l_{\text{ПО}}}{2\sqrt{x_{\text{ПО}}^2 + y_{\text{ПО}}^2}} \approx \frac{\Delta A_{\text{ПО1}}}{2\sqrt{G_{y1}^2 + G_{x1}^2}} \tag{4.81}$$

де $\Delta A_{\text{ПО1}}$ - невизначеність величини потенціалу вектору градієнта у межах координат відчутника.

Для третього квадранту величина $\Delta\alpha$ буде визначатися як

$$\begin{aligned}
\Delta \alpha_3 &= \frac{\Delta l_{\text{ПО}}}{2(l_{\text{ПО}} + \eta \cdot A_{\text{ПО3}})} = \frac{\Delta l_{\text{ПО}}}{2\left(\sqrt{x_{\text{ПО}}^2 + y_{\text{ПО}}^2} + \eta \sqrt{G_{y3}^2 + G_{x3}^2}\right)} \approx \\
&\approx \frac{\Delta A_{\text{ПО3}}}{2\left(\sqrt{x_{\text{ПО}}^2 + y_{\text{ПО}}^2} + \eta \sqrt{G_{y3}^2 + G_{x3}^2}\right)},
\end{aligned} \tag{4.82}$$

де η - коефіцієнт чутливості відчутника.

З виразу (4.82) добре видно, що похибка визначення напрямку $\Delta\alpha$ у третьому квадранті значно менша ніж у першому. Але ще більшої точності можна досягти, якщо орієнтуватися на підсумковий вектор \mathbf{G}_Σ , тобто

$$\mathbf{G}_\Sigma = \mathbf{G}_1 + \mathbf{G}_3 \quad (4.83)$$

Якщо орієнтуватися на вираз (4.83) та рис. 2.34, то можна дійти висновку про те, що похибку кута орієнтування можна визначити за наступним виразом

$$\Delta\alpha_1 = \frac{\Delta A_{\text{ПО1}}}{2(A_{\text{ПО1}} + A_{\text{ПО3}})} = \frac{\Delta A_{\text{ПО1}}}{2\left(\sqrt{G_{y1}^2 + G_{x1}^2} + \sqrt{G_{y3}^2 + G_{x3}^2}\right)}. \quad (4.84)$$

Невизначеність величини потенціалу вектору градієнта є виключно геометричною задачею, оскільки його кінцівка або верхівка знаходиться у межах ділянок S_1 , S_2 . З виразів (4.83, 4.84) ми можемо визначитися наступним чином

$$\begin{aligned} \Delta A_{\text{ПО1}} &= \eta \sqrt{\Delta I_x^2 + \Delta I_y^2} = \eta \frac{\Delta B}{2}, \\ \Delta A_{\text{ПО3}} &= \eta \sqrt{\Delta I_x^2 + \Delta I_y^2} = \eta \frac{\Delta B}{2} \end{aligned} \quad (4.85)$$

Отже, в остаточному вигляді вираз (4.84) набуває вигляду

$$\Delta\alpha_\Sigma = \frac{\eta \Delta B}{4\left(\sqrt{G_{y1}^2 + G_{x1}^2} + \sqrt{G_{y3}^2 + G_{x3}^2}\right)}. \quad (4.86)$$

З виразу (4.86) можна дійти висновку про те, що точність орієнтуватися на ПО є повністю залежною від геометричних розмірів ΔB відчутника. З іншого боку, чим більший модуль градієнтів у першому, так і у третьому квадранті, тим більше точність орієнтування. Два бокових градієнта з другого та четвертого квадрантів можуть використовуватися як додаткові засоби орієнтування на ПО.

Другою категорією утворень у складі БТО є система органів, які мають подовжену конфігурацію, наприклад, кістки, м'язи, вени, капіляри тощо, які можна описати через властивості звичайної циліндричної фігури. Згідно

концепції побудови БТО всі ці об'єкти мають координати, чітко означені у загальному об'ємі тіла, тобто класичний ТФ. У разі певних відмінностей це повинно сприйматися як патологічне явище (ПО). Отже, наразі координати подібних ПО повинні визначатися з досить великою точністю, оскільки наслідки подібного втручання можуть бути фатальними. Біологічні об'єкти циліндричної форми можуть мати досить великий діапазон своїх діаметрів від діаметру звичайного вірусу до діаметру кістки, але у всіх випадках лікувальний засіб необхідно вносити точно у визначену крапку у системі координат БО.

4.4.1. Методика застосування засобів лікувального впливу світловим електромагнітним випромінюванням і діагностики стану структур біотехнічних об'єктів

Найбільш важливим аспектом при застосуванні фотомедичних приладів, зокрема із використанням лазерів, для опромінення біологічних тканин є виявлення практичної значущості принципу резонансного поглинання, перевірка можливості селективного пошкодження внутрішньоклітинних метаболітів, у тих випадках, коли їх абсорбційні максимуми співпадають з довжиною хвилі випромінювання.

Нагальною проблемою сучасної медицини є створення нових методик, нової техніки, що забезпечують інтенсивний лікувальний результат та діагностику без побічних ефектів. В цьому сенсі авторськими дослідженнями [40, 67, 68] запропоновані засади побудови систем, що полягають у формуванні інтегрованих режимів випромінювання для немедикаментозного впливу на живі БО. Наразі також існує певна кількість приладів, які призначені для подібного застосування, проте режими їх роботи не завжди узгоджені зі спектральними характеристиками біологічних структур організму, як було показано у п.р. 4.3. Тобто лікування подібними приладами не є оптимізованим для стимуляції регенерації біологічних тканин. Отже, дослідження біологічного ефекту від впливу випромінювання світлового діапазону з різними режимами

мають велике значення для подальшого розвитку медичних фізіотерапевтичних засобів, удосконалення режимів їх роботи та лікувальної дії. Виходячи з вищенаведених проблем, необхідним є створення систем, що забезпечують світлове інтегроване випромінювання, та експериментальні дослідження впливу цього випромінювання на живі організми.

Як було показано у розділах 1, 2, 3, лікування впливом ЕМВ у світловому діапазоні, використовують джерела когерентного або некогерентного випромінювання. Розвиток методів впливу на БТО і побудови схемотехніки цих пристроїв здебільшого обумовлений наявністю компонентної бази. Незважаючи на досить тривалий час застосування подібних методів фізіотерапії (лазерної терапії та світлолікування) питання про відмінності або переваги застосування когерентного та некогерентного випромінювання досі залишається предметом суперечок науковців. Проте, як саме реагує БО на рівні одиничної структури (клітини), на рівні цілісної системи організму на зміну типу та параметрів випромінювання, який саме параметр випромінювання є найбільш впливовим є актуальною проблемою теоретичних та експериментальних досліджень взаємодії польових структур ТО, БО, БТО. Отже, дослідження біологічного ефекту від впливу випромінювання світлового діапазону із різними режимами мають велике значення для подальшого розвитку медичних систем, удосконалення режимів їх роботи та лікувальної дії. Існують також гіпотези про виключний вплив на біологічну структуру шумової компоненти некогерентного світлового випромінювання, а також про втрату властивостей когерентності випромінюванням, яке поглинається біологічною структурою. Отже, на цю думку, найбільший вплив полягає у монохроматичності світлового випромінювання та селективній чутливості внутрішньоклітинних компонентів до спектру випромінювання.

Проте, створена, наприклад, фізична модель [69] базується на виключному впливі просторової когерентності випромінювання. Згідно цієї моделі біотропний ефект полягає у тому, що завдяки когерентності

випромінювання освітлення в об'ємі речовини може набувати просторово-періодичного характеру (або інтерференційного, або спекл-структури) з періодом чергування світлих та темних ділянок, які можуть бути порівняні з розмірами клітин або клітинних органел. У подібних умовах високоградієнтного світлового розподілу виникають електричні поля (ефект Дембера), що можуть змінювати характер дії фотостимульованих реакцій, а також зарядовий стан мембран і суто клітини, і її органел, що призводить до зсувів у життєвому циклі клітин. Тобто ця гіпотеза, яка підтверджена експериментально, доводить, що випромінювання при розповсюдженні в біологічній структурі не втрачає властивості просторової когерентності.

При цьому часова когерентність випромінювання, ефект впливу якої досить ще мало визначений, може найбільше впливати на реакції біологічної структури при застосуванні напівпровідникових лазерів, просторова когерентність яких не є високою. Як відомо, часова когерентність визначає характер розповсюдження коливань випромінювання у певному проміжку часу та стосується однієї точки поля у різні моменти часу. Часова когерентність випромінювання повністю визначається спектральним складом випромінювання.

Комплексна ступінь часової когерентності ЕМВ має вираз [74]

$$\gamma_{12}(\tau) = |\gamma_{12}| \exp\{j[\alpha_{12}(\tau) - 2\pi\bar{\nu}\tau]\}, \quad (4.87)$$

де $\bar{\nu}$ – середня частота спектра випромінювання;

τ - час затримки,

$$\alpha_{12}(\tau) = 2\pi\bar{\nu}\tau + \arg \gamma_{12}(\tau).$$

Тоді, згідно теореми Ван-Циттера-Церніке комплексна ступінь часової когерентності випромінювання:

$$\gamma_t(\tau) = \gamma_{12}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} G(\nu) \exp(j2\pi\nu\tau) d\nu / \int_{-\infty}^{\infty} G(\nu) d\nu, \quad (4.88)$$

де $G(\nu) = g(\nu)g^*(\nu)$ – спектр випромінювання;

$g(v)$ – перетворення Фур'є функції $V(t)$ світлового поля в певній точці у момент часу t .

Використовуючи вираз (4.87) можна визначити ступінь часової когерентності різноманітних джерел, що застосовано у медичних системах. Проте, якщо під час роботи в імпульсному режимі випромінювання частота випромінювання змінюється, це призводить до зменшення ступеню часової когерентності випромінювання. При виборі схемотехнічного рішення щодо режимів роботи медичної системи потрібно враховувати параметри ЕМВ.

Можна дійти висновку, що часова когерентність ЕМВ має найбільший біологічний ефект, оскільки є обумовленим часовими та спектральними характеристиками ЕМВ. Тобто повинна існувати відмінність параметрів біологічної структури, яка опромінена когерентним або некогерентним ЕМВ. Отже, авторські практичні результати [40] щодо визначення біологічного ефекту від впливу просторово-часової когерентності, яка більш притаманна газовим лазерам у порівнянні з напівпровідниковими, підтверджує вірність цієї думки. Отримані результати експериментальних досліджень щодо застосування напівпровідникових лазерів при лікуванні тварин повністю підтвердили авторську методику впливу низькоенергетичним інтегрованим світловим ЕМВ на БАЗ хворої тварини, коли внаслідок використання створеної методики спостерігались зміни на краще складу крові [67].

Для кращого з'ясування вибору та дослідження впливу типу та режимів світлового випромінювання модулю системи на БО обрано лектини рослин як показник активності біологічного ефекту. Лектини є білками, що мають селективну здатність до оборотної взаємодії з вуглеводами без їх хімічних перетворень. Застосування лектинів для досліджень функцій клітинних мембран та їх структури є доцільним при визначенні порушень клітинного метаболізму, злоякісної трансформації клітин тощо. Отже, наразі є можливості застосування лектинів для лікування онкологічних захворювань, вірусних інфекцій, порушення імунітету тощо. Тому обрання лектинів для досліджень

впливу ЕМВ на БО може створювати нові перспективи для лікування значної кількості захворювань немедикаментозними методами.

Вплив здійснено лазерними апаратами типів «ПРОМІНЬ-12.1», «ПРОМІНЬ-12.2» із різними насадками, які здійснюють метод одночасного лікувального впливу із застосуванням каналу спостереження за потужністю світлового випромінювання та налагодженням на стабільний режим роботи оптичного модулю, мають модулі частотної модуляції та потужності випромінювання для налагодження роботи приладу на відповідний режим для кожного конкретного випадку, містять оптичні модулі, в яких встановлені лазери на основі ZnCdSe, GaAs, які забезпечують вплив модульованим випромінюванням з довжинами хвилі 0,53 мкм потужністю 3,5 мВт і 0,65 мкм потужністю 4,6 мВт, а також світлодіоди з довжиною хвилі в 0,53 мкм потужністю 2,5 мВт.

Методика експерименту щодо визначення впливу світлового ЕМВ на кров тварин полягала у наступному. Для проведення експерименту обраний розчин еритроцитарної маси крові барана, формалізованої у фізіологічному розчині. Розчин у колбі опромінювали світловим ЕМВ із відповідними режимами.

Режими випромінювання:

- I - Опромінювання неперервним випромінюванням. Джерела випромінювання - лазер, довжина хвилі 0,650 мкм.
- II - Опромінювання неперервним випромінюванням. Джерела випромінювання - світлодіод, довжина хвилі 0,650 мкм.
- III - Опромінювання модульованим випромінюванням (частота модуляції 30 Гц). Джерела випромінювання - лазер, довжина хвилі 0,531 мкм.
- IV - Опромінювання модульованим випромінюванням (частота модуляції 30 Гц). Джерела випромінювання - світлодіод, довжина хвилі 0,531 мкм.
- V - Опромінювання модульованим випромінюванням. Джерела випромінювання - лазер, довжина хвилі 0,65 мкм та світлодіод - довжина хвилі 0,53 мкм.

Обраний час експозиції опромінення розчину крові - 5 хвилин. Після кожного опромінення розчину у колбі зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V) досліджується щодо реакції з розчином лектину. Розчин лектину - 0,1 % .

Отже, склад аналізованої суміші: 0,05 мл (фізіологічний розчин) + 0,05 мл (лектин) + 0,05 мл (опромінені еритроцити).

Експеримент А. День 1-й. Після опромінення еритроцитів зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V) реагує (рис. 3.19, 3.20) з кожним лектином. При цьому РГА спостерігається з лектинами картофелю, зародків пшениці, бузини чорної, омели білої, золотого дощу чайного, виноградного равлика, фітогемаглютинином.

Експеримент Б. День 2-й (через 24 години). Без повторного опромінювання. Перевірка реакції еритроцитів (зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V)) з лектинами.

Експеримент В. День 3-й (через 48 годин). Повторне опромінювання. Перевірка реакції еритроцитів (зразок з відповідним номером режиму (I, II, III, IV, V)) з розчином кожного лектину.

За рекомендаціями наведеної вище методики була проведена низка дослідів, яка довела її дієвість. Результати експериментів показали вплив режимів випромінювання на ГГА використаних рослинних лектинів (рис. 4.24), де: режим I (експерименти А, Б, В відповідно) когерентне випромінювання довжини хвилі 0,65 мкм; режим II - некогерентне випромінювання довжини хвилі 0,65 мкм; режим III - когерентне випромінювання довжини хвилі 0,53 мкм; режим IV - некогерентне випромінювання довжини хвилі 0,53 мкм; режим V – інтегроване випромінювання когерентне випромінювання довжини хвилі 0,65 мкм та некогерентне випромінювання довжини хвилі 0,53 мкм. Тобто відносний показник ГГА доводить зміни активності РГА еритроцитів барана та лектинів. При цьому спостерігається чутливість до довжини хвилі випромінювання та часу реакції.

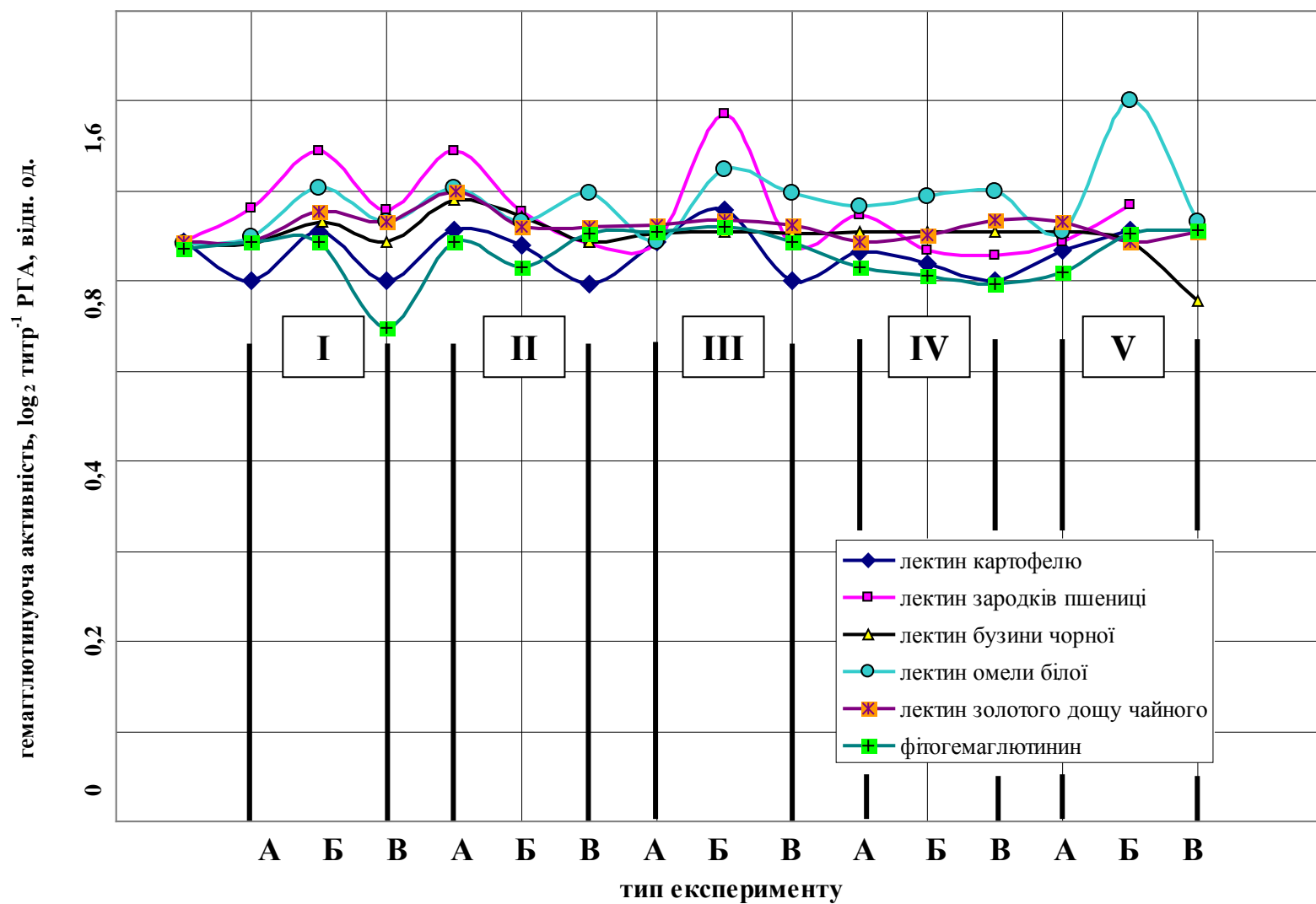


Рисунок 4.24 - Вплив режимів випромінювання на рослинні фармакологічні речовини у крові

Режими I, III та V показують найбільшу активність в експерименті Б, а режими II та IV – в експерименті А, що підтверджує, на наш погляд, вплив саме часової когерентності випромінювання на механізм запуску біологічних реакцій. Найбільш чутливими до впливу є лектин омели білої та лектин зародків пшениці, особливо це стосується довжини хвилі 0,53 мкм та інтегрованого впливу згідно режиму V.

Окрім того, результати опромінювання еритроцитів барана показали досить вагому різницю при впливі когерентного та некогерентного випромінювання різної довжини хвилі:

- еритроцити при опромінюванні режимами II, IV є більш важкими, а РГА проходить у короткий проміжок часу;
- еритроцити при опромінюванні режимами I, III є більш легкими, реакція у порівнянні з режимами II, IV здійснюється повільно;
- при опромінюванні еритроцитів режимом V реакція надає усереднені показники.

Спостерігається зміна відтінків еритроцитів: внаслідок опромінювання режимами I, III, V (присутність когерентного випромінювання) розчин набуває червонуватого відтінку, внаслідок опромінювання режимами II, IV розчин набуває бурого відтінку. Отже, когерентне випромінювання у порівнянні з некогерентним випромінюванням має значно більший вплив на оксигенацію крові та гемоглобін. Тобто, з'ясовано вплив зміни типу модулів та параметрів ЕМВ світлового діапазону на реакцію аглютинації рослинних лектинів з еритроцитами барана. Визначені режими, які найбільше впливають на еритроцити тварини, а саме часова когерентність випромінювання як така, що залежить від спектральних характеристик випромінювання.

Показані результати можна застосовувати при створенні принципово нових відчутників, а також принципів побудови нових медичних систем.

4.5. Аналітичні залежності та критерії оцінювання змін сумісних зон присутності об'єктів. Загальна векторна діаграма впливу польових структур на біотехнічні об'єкти

У попередніх розділах ми роздивилися цілу низку польових структур, які оточують абстрактну сутність на поверхні земної кулі. Тому у цьому розділі розглянемо зведену векторну діаграму різних за походженням полів, які впливають на існування БТО як абстрактної сутності. Оскільки ми маємо цілу низку польових структур за своїми походженням, то для реального розуміння результату необхідно зробити низку припущень, які не зіпсують цю уяву про загальну ситуацію. Для цього приймаємо низку наступних умов та припущень.

По-перше, довжина кожного вектора поля, яка характеризує його потужність у тому чи іншому напрямку є умовно, оскільки зробити це згідно реального масштабування нереально.

По-друге, напрямок дії вектора є максимально наближеним до відповідної системи координат БТО.

По-третє для БТО приймаємо систему координат як на рис. 4.25, відносно земної кулі, тобто

- координата Y спрямована на північ, а координата $-Y$ на південь;
- координата X спрямована на схід, а координата $-X$ на захід;
- координата Z спрямована до центру мас Землі, а координата $-Z$ вертикально вгору від центру Землі.

По-четверте, початки всіх польових структур, тобто координат зводиться до центру мас абстрактної сутності.

По п'яте, всі координати приведених польових структур співпадають з загальним центром мас БТО.

Таким чином, для побудови загальної концепції впливу польових структур у межах БТО та критеріїв оцінювання перехресних зв'язків сумісних ЗП об'єктів будемо орієнтуватися на діаграму (рис. 4.25).

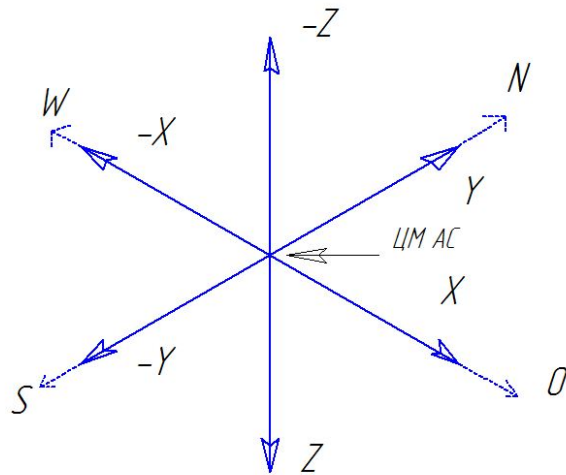


Рисунок 4.25 - Опорна система координат абстрактної сутності (біотехнічного об'єкту)

У першу чергу розглянемо найбільш потужну польову структуру, а саме гравітаційне поле [75]. Згідно загальноприйнятої тези та умов, гравітаційне поле розглядаємо, як низку векторів (рис. 4.26).

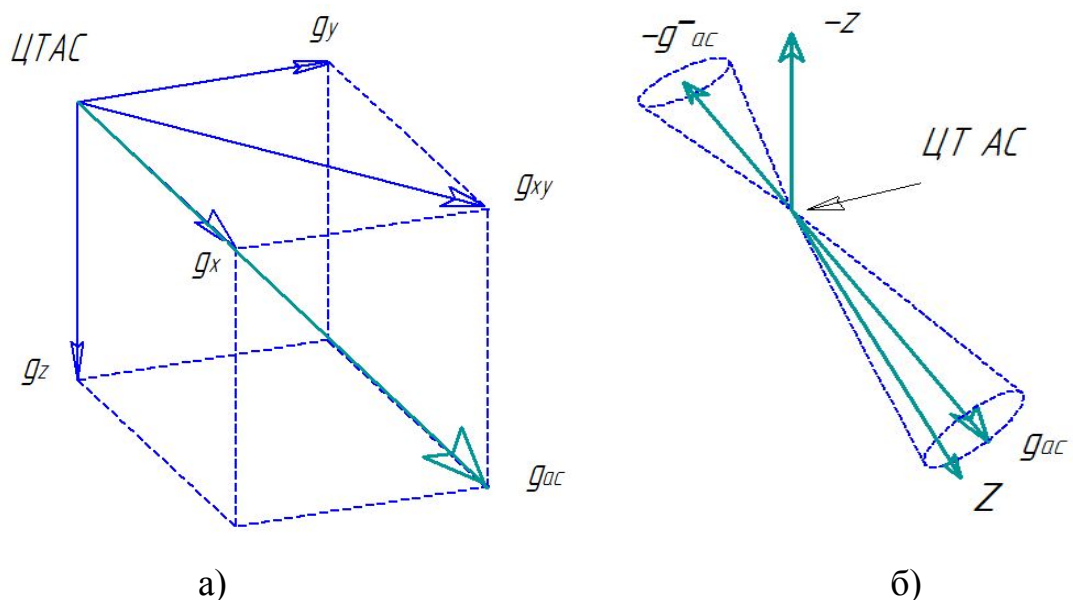


Рисунок 4.26 - Загальні векторні діаграми взаємодії гравітаційного поля БТО та земної кулі, де: а) Загальна діаграма векторного поля, б) діаграма вектора тяжіння і вектора протидії АС (БТО)

За основу приймаємо вектор прискорення земного тяжіння Землі.

- \mathbf{g}_x - східна проекція вектора тяжіння;
- \mathbf{g}_y - північна проекція вектора тяжіння;
- \mathbf{g}_z - вертикальна складова вектора тяжіння;
- \mathbf{g}_{AC} - узагальнена складова вектора тяжіння від земної кулі;
- $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$ - узагальнений вектор протидії абстрактної сутності.

Оскільки згідно другого закону Ньютона всяка дія викликає протидію та для стабілізації існування АС виникає вектор протидії $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$. Для АС цей вектор має дуже важливе значення, оскільки всі її частини перелаштовуються під його дією. Кількість прикладів тут досить велика. Для широкого кола матеріалів йде перебудова руху електронів по своїм орбітам, на засадах чого будуються прилади контролю та вимірювання величини гравітаційного поля. У суспензіях відбувається процес розшарування по фракціям. Для БО це є дуже важливим фактором. Так усі внутрішні органи тварин, риб, комах, тощо, розташовані у межах організму таким чином, що створюють максимум опору вектору тяжіння. До того ж кожний з органів виробляє свою систему протидії. Як наслідок ми не можемо впевнено говорити про ступінь взаємодії, тому наразі може йти мова лише про комплексний вектор протидії $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$. Оскільки вектор $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$ є нестабільним у просторі, а тим більше центр мас сутності, то у наслідок подібної взаємодії отримуємо плинний у просторі вектор $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$. Як наслідок подібної ситуації, обидва вектори описують (утворюють) у просторі криволінійний двоконус (Рис. 4.26,б). Обидва конуси є криволінійні і за звичайною логікою повинні були б співпадати за своєю конфігурацією (перерізом) у просторі (принцип подоби). Тим не менш, цього не відбувається з тої причини, що кожна частина, яка входить до складу вектора $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$ реагує по своєму на вектор $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$. Таким чином, оскільки кожна система має інерційність, то спочатку зовнішня дія, потім її оцінка, і лише потім зворотна реакція. Тобто якщо функція $\bar{\mathbf{g}}_{AC} \in \text{rot } \bar{\mathbf{g}}_{AC}$, а функція $\mathbf{g}_{AC} \in \text{rot } \mathbf{g}_{AC}$, то у підсумку отримуємо

$$\text{rot}(\mathbf{g}_{AC} + \bar{\mathbf{g}}_{AC}) \quad (4.89)$$

Якщо дуже сильно спростити задачу, тобто уявити, що взаємодія векторів може мати опис як двох синусоїдальних, то можливо відобразити це наступним чином

$$g_{ac} + \overline{g_{ac}} = \sqrt{g_{ac}^2 + \overline{g_{ac}}^2 + 2g_{ac}\overline{g_{ac}}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \quad (4.90)$$

$$\text{де} \quad \text{tg } \varphi = \frac{g_{ac} \sin \varphi_1 + \overline{g_{ac}} \sin \varphi_2}{g_{ac} \cos \varphi_1 + \overline{g_{ac}} \cos \varphi_2} \quad (4.91)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_1} + e^{-i\tau_1}) \\ \varphi_2 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_2} + e^{-i\tau_2}) \end{aligned} \quad (4.92)$$

де τ_1 - стала часу побудовчого фантому, який протидіє зовнішнім руйнуючим процесам,

τ_2 - стала часу зовнішнього руйнуючого фантому, тобто фантому брукхту від гравітаційного поля.

Рух векторів \mathbf{g}_{AC} та $\bar{\mathbf{g}}_{AC}$ у просторі утворює двопорожнистий гіперболоїд, який має наступний математичний опис:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad (4.93)$$

де a та b – дійсні напіввісі,

c – уявна напіввісь.

Тобто, звертаючи увагу на залежність ЦТ АС, у перерізі утворюється еліпсоїдальна фігура. У випадку повної ідеалізації ми отримуємо, тобто виродження еліпса у точку отримується двоконусна фігура

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0. \quad (4.94)$$

Звідкіля на відстані C від центру координат переріз має форму еліпса з піввісями a та b . У випадку рівності, тобто $a = b$, отримується прямий круговий

конус. При розгляді АС як джерела випромінювання, необхідно зауважити, що в більшості випадків джерелом випромінювання необхідно сприймати комплекс окремих об'єктів, які складають одну реальну сутність. Такий комплекс призводить до такого об'єднання коли АС отримує єдину ПЗ. Як наслідок, дивергенція, яка дає опис випромінюючих здібностей АС має вигляд

$$\overline{\operatorname{div} g_{AC}} = V_{pz} \quad (4.95)$$

τ_1 - стала часу побудовчого фантому, який протидіє зовнішнім руйнуючим процесам.

τ_2 - стала часу зовнішнього руйнуючого фантому, тобто фантому брукху від гравітаційного поля.

Така ситуація особливо важлива для БО, які мають можливість змінювати свою геометричну форму у широкому діапазоні. Саме вони мають можливість переналаштування, але у межах своїх можливостей. Так, наприклад будь який БО у наслідку збільшення своєї маси намагаються розташуватися таким чином, що б гравітаційна дія Землі була оптимальною, тобто займають горизонтальне розташування у просторі. Як наслідок, маємо широкий спектр біологічних об'єктів, які залежно від умов існування виробляють відповідні реакції у просторі стосовно свого розташування відносно вектора гравітації.

Наступну польову структуру, яку ми розглянемо є магнітне поле Землі та його вплив на БТО. Магнітне поле, яке діє на АС у векторній діаграмі, може бути відображено, як на рис. 4.27. Вплив магнітного поля Землі на АС (БО, БТО, ПО, ТО) є досить суттєвим. Так наприклад явище палеомагнетизму, яке частково спотворює конфігурацію магнітного поля Землі. Як наслідок, сезонна міграція птахів та тварин відбувається саме за магнітними силовими лініями. Особливо це стосується птахів, які мають надчутливі магнітні відчутники поля, дозволяючи реєструвати не тільки сталі складові, а й диференціальні. Вплив магнітного поля є дуже потужним при магнітних бурях, коли напруженість поля підвищується в кілька разів.

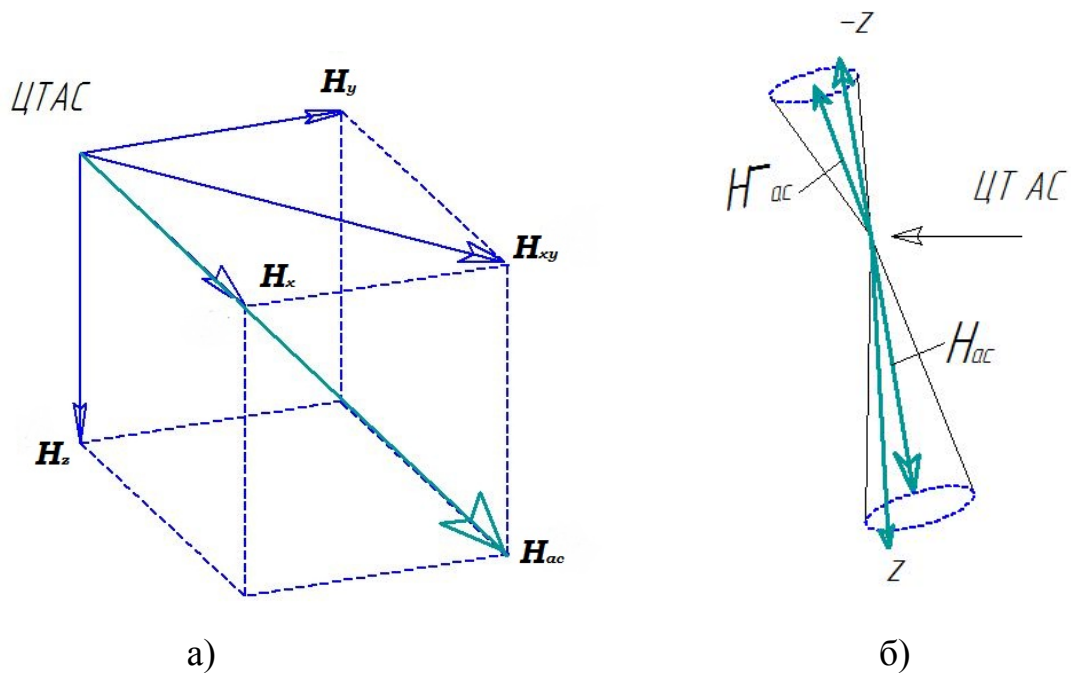


Рисунок 4.27 - Векторні діаграми взаємодії векторного поля магнітної напруженості Землі з абстрактною сутністю, де: а) загальна векторна діаграма напруженості магнітного поля, яке діє на АС, б) векторна діаграма протидії внутрішнього поля та поля Землі

Водночас, БО, які існують в квазістатичному магнітному полі, тобто їхня система реакції, налаштована на досить вузький діапазон, виходить з ладу, оскільки занадто великі значення H_{ac} вимагають адекватної реакції величини \bar{H}_{ac} , але система неспроможна відпрацювати подібні реакційні навантаження. У цих випадках в БО виникає низка збоїв у системах керування організмом і, як наслідок, численні хвороби. Магнітне поле має властивість дрейфу за напрямком та величиною у межах доби та року, не кажучи вже про загальносвітові тенденції. Тому йому властива функція ротора, тобто

$$rot(H_{ac} + \overline{H_{ac}}). \quad (4.96)$$

Знов таки за дуже сильного спрощення досліджуваної ситуації руху векторів H_{ac} та \bar{H}_{ac} у вигляді синусоїдальних функцій, то є можливість

відобразити це наступним чином.

$$H_{ac} + \overline{H_{ac}} = \sqrt{H_{ac}^2 + \overline{H_{ac}}^2 + 2H_{ac}\overline{H_{ac}}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}, \quad (4.97)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{H_{ac} \sin \varphi_1 + \overline{H_{ac}} \sin \varphi_2}{H_{ac} \cos \varphi_1 + \overline{H_{ac}} \cos \varphi_2}, \quad (4.98)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_1} + e^{-i\tau_1}) \\ \varphi_2 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_2} + e^{-i\tau_2}) \end{aligned} \quad (4.99)$$

При цьому τ_1 - стала часу зовнішнього руйнуючого фантому, тобто фантому брехту від магнітного поля Землі, а τ_2 - стала часу побудовчого фантому, який протидіє зовнішнім руйнуючим процесам.

Рух обох векторів у просторі в цьому випадку утворює таку саму геометричну фігуру, як і у випадках (4.90) та (4.92).

При розгляді АС як джерела випромінювання магнітного поля, необхідно зауважити, що це є комплекс окремих частин об'єднаних у одне ціле, тобто має об'єднану ПЗ. Таким чином дивергенція, як міра випромінювання буде мати опис як

$$\operatorname{div} \overline{H_{ac}} = V_{pz} \quad (4.100)$$

Знов таки ця ситуація є найбільш важливою для БТО, які намагаються розташуватися таким чином, щоб мати мінімальні енергетичні втрати стосовно протидії.

Наступну польову структуру, яку ми розглядаємо електричне поле Землі, та його вплив на АС. Електричне поле має особливість, а саме, властивість рівномірного розповсюдження по поверхні об'єкту таким чином, що питома щільність заряду в усіх частинах однакова, змінюється лише напруження полів залежно від геометрії об'єкту.

Тому векторна діаграма (рис. 4.28) надає вельми спрощену ситуацію.

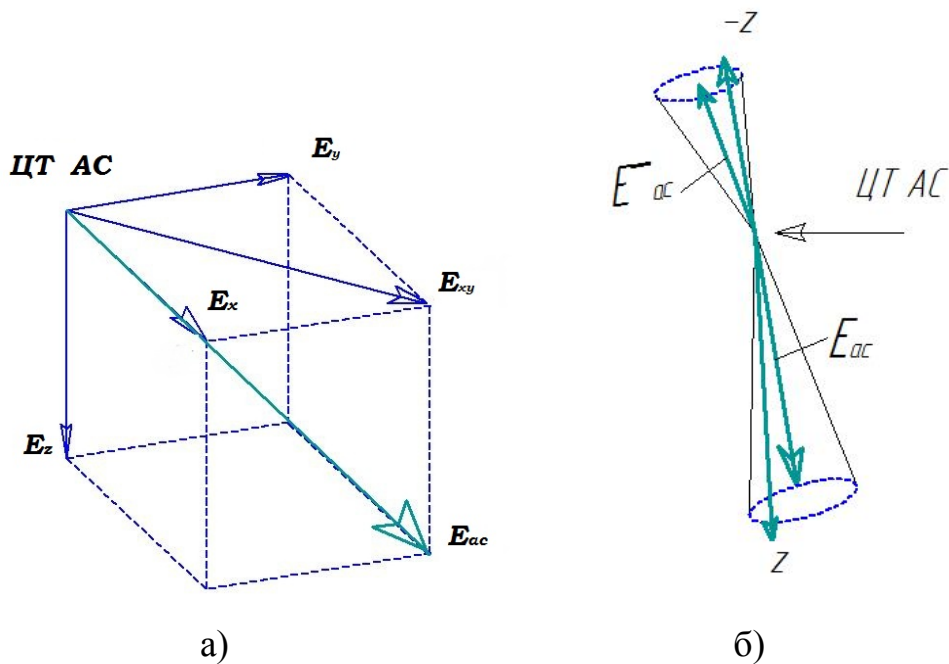


Рисунок 4.28 - Векторні діаграми взаємодії електричних полів із абстрактною сутністю (БТО), де: а) загальна векторна діаграма електричної напруженості поля Землі яке діє на АС, б) векторна діаграма протидії внутрішнього поля та поля Землі

Вплив електричного поля Землі на АС викликає у неї відповідну реакцію. У більшості випадків для неживих об'єктів це явище (поляризація, струм) притаманні на природному рівні. Це як правило виникнення статичної електрики характерних для низки природних об'єктів, тобто мінералів, які у той чи інший спосіб її виробляють.

Окрім того, існує ціла низка природних гальванічних елементів, які виробляють відповідну поляризацію. Особливу статична електрику використовують БО. Практично всі тварини мають статичний електричний заряд, який притаманний всім БО з волоссяним покриттям. Так, для людини цей заряд становить $(1 \div 3)$ мкК з потенціалом у кілька сотень вольт. У тваринному світі такі явища більш поширені, оскільки мають досить широке застосування.

Ці властивості використовуються як засоби ближньої локації та пошуку їжі, так і засоби захисту від хижаків, або полювання на здобич. Тобто діапазон використання цього виду енергії є досить широкий. Як наслідок з усього вищесказаного, маємо можливість стверджувати, що існує роторна функція

$$\text{rot}(E_{ac} + \overline{E_{ac}}). \quad (4.101)$$

Зважаючи на дуже складний рух векторів у просторі розглянемо цю задачу у спрощеному вигляді, коли обидві функції при взаємодії мають синусоїдальний характер. Спираючись на попередні приклади, маємо наступні математичні залежності.

$$E_{ac} + \overline{E_{ac}} = \sqrt{E_{ac}^2 + \overline{E_{ac}}^2 + 2E_{ac}\overline{E_{ac}}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}, \quad (4.102)$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{E_{ac} \sin \varphi_1 + \overline{E_{ac}} \sin \varphi_2}{E_{ac} \cos \varphi_1 + \overline{E_{ac}} \cos \varphi_2}, \quad (4.103)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_1} + e^{-i\tau_1}) \\ \varphi_2 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_2} + e^{-i\tau_2}), \end{aligned} \quad (4.104)$$

де τ_1 - стала часу зовнішнього руйнуючого фантому, тобто фантому брукхту від електричного поля Землі,

τ_2 -стала часу побудовчого фантому, який протидіє зовнішнім руйнуючим процесам.

Рух обох векторів у просторі в цьому випадку утворює таку саму геометричну фігуру, як і у випадках (4.90) та (4.92).

При розгляді АС як джерела випромінювання електричного поля, необхідно зауважити, що всі елементи, які виробляють електричний потенціал у АС знаходяться у межах ПЗ, тому

$$\text{div} \overline{\vec{A}_{ac}} = V_{pz}. \quad (4.105)$$

Знов таки, як і у попередніх випадках, необхідно констатувати той факт, що БО, які активно використовують явище електростатики та біологічних струмів намагаються розташуватися у просторі таким чином, що вплив на саму сутність був мінімальним.

Наступна польова структура, яку необхідно розглянути, це ЕМВ, яке є комбінацією магнітного та електричного полів, зв'язаними між собою згідно законів Максвелла. На відміну від попередніх полів, ЕМП є дуже динамічними. Частота цих полів змінюється у дуже широкому діапазоні від одиниць герц до терагерц, охоплюючи теплові, оптичні та гамма промені. Наразі будемо мати на увазі самі ці обмеження діапазонів випромінювання. Для діапазону до 1 МГц характерна перевага магнітного поля над електричним. Окрім того, ЕМВ може мати кілька видів модуляції. В основному це амплітудна та частотна модуляції та їх суміш.

У підсумку ми маємо широкий частотний спектр. Оскільки ЕМП має широкий спектр та невизначений напрямок, то векторна діаграма взаємодії з АС має доволі умовний вигляд (рис. 4.29).

Вплив ЕМП на АС має цілу низку наслідків. Приймаючи до уваги низку спрощень, які застосовувалися у попередніх розглядах польових структур, маємо певне спрощення за припущення синусоїдальності всіх процесів, тобто

$$\varepsilon_{ac} + \overline{\varepsilon_{ac}} = \sqrt{\varepsilon_{ac}^2 + \overline{\varepsilon_{ac}}^2 + 2\varepsilon_{ac}\overline{\varepsilon_{ac}}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)} \quad (5.106)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\varepsilon_{ac} \sin \varphi_1 + \overline{\varepsilon_{ac}} \sin \varphi_2}{\varepsilon_{ac} \cos \varphi_1 + \overline{\varepsilon_{ac}} \cos \varphi_2} \quad (5.107)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_1} + e^{-i\tau_1}) \\ \varphi_2 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_2} + e^{-i\tau_2}) \end{aligned} \quad (5.108)$$

де τ_1 - стала часу побудовного фантому, який протидіє зовнішнім руйнуючим процесам,

τ_2 - стала часу зовнішнього руйнуючого фантому, тобто фантому брукхту від ЕМП Землі.

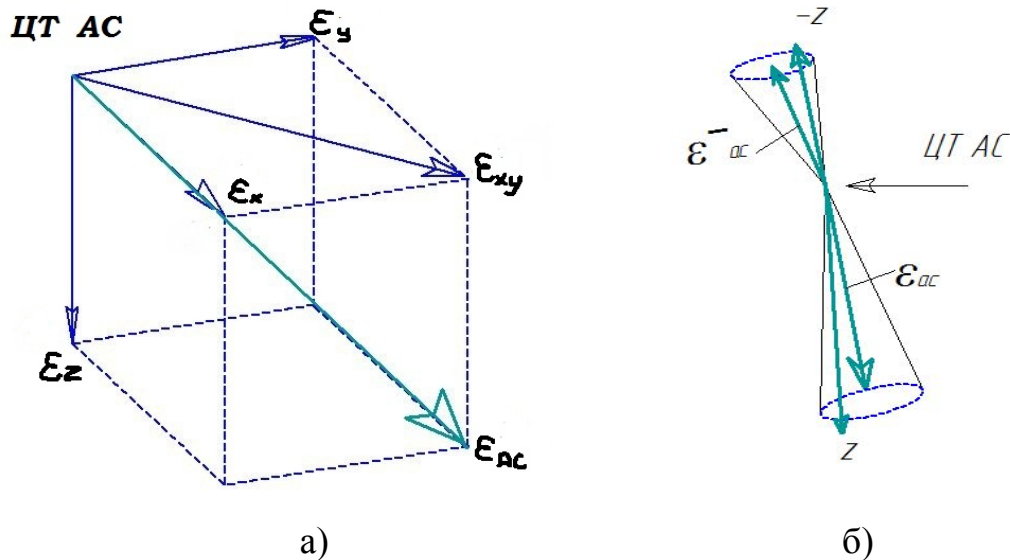


Рисунок 4.29 - Векторні діаграми електромагнітного поля абстрактної сутності (БТО) у зовнішньому полі, де: а) загальна векторна діаграма потужності ЕМП, яка діє на АС, б) векторна діаграма протидії внутрішнього поля АС проти зовнішнього ЕМП

Рух векторів ϵ_{AC} та $-\epsilon_{AC}$ у просторі утворює фігуру у вигляді двопорожнистого конуса (рис. 4.29,б), як і у попередньо розглядаємих випадках, тобто це є наслідок взаємодії двох векторів

$$rot(\epsilon_{ac} + \overline{\epsilon_{ac}}). \quad (4.109)$$

БТО протидіє зовнішньому випромінюванню у той спосіб, що частково його поглинає, а частково виробляє своє для підтримки своєї зони присутності тому

$$div \overline{\epsilon_{ac}} = V_{pz}. \quad (4.110)$$

Оскільки ЕМП має досить широкий спектр, то має сенс зупинити свою увагу на одній окремій частині його спектру, тепловому та світловому

випромінюванні. Як і у попередніх випадках, теплове випромінювання має свій особливий спектр у діапазоні хвиль до кількох десятків мікрометрів.

Як наслідок, АС утворює навколо себе ЗП, при якій використовує, як особисту енергетику, так і зовнішнє енергетичне поле. Тому із прийнятих умов розгляду все можна звести до взаємодії внутрішньої протидії \overline{Q}_{ac} зовнішньому Q_{ac} , тобто

$$Q_{ac} + \overline{Q}_{ac} = \sqrt{Q_{ac}^2 + \overline{Q}_{ac}^2 + 2Q_{ac}\overline{Q}_{ac}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}. \quad (4.111)$$

$$tg\varphi = \frac{Q_{ac}\sin\varphi_1 + \overline{Q}_{ac}\sin\varphi_2}{Q_{ac}\cos\varphi_1 + \overline{Q}_{ac}\cos\varphi_2}, \quad (4.112)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_1} + e^{-i\tau_1}) \\ \varphi_2 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_2} + e^{-i\tau_2}) \end{aligned} \quad (4.113)$$

де τ_1 - стала часу побудовного фантому, який протидіє зовнішньому впливу потоку теплового та оптичного випромінювання,

τ_2 - стала часу зовнішнього руйнуючого фантому, тобто фантому брухту.

Стосовно БО це випромінювання є найбільш яскравим прикладом між опромінюванням та реакцією на нього, тому що наглядно показує розходження між величинами τ_1 і τ_2 .

Особливо це стосується кольору шкіри, яка від особливо чорного на екваторі поступово світлішає з зростанням широти. Інтенсивність зовнішнього опромінювання є більш швидкісною, а протидія більш повільнішою, тобто $\tau_1 > \tau_2$. Для того, щоб пристосуватися в цьому світі, тварини виробляють захисний покрив у вигляді хутра, а очі перекривають досить великий діапазон світлового потоку. Тобто як і у попередніх випадках

$$rot(Q_{ac} + \overline{Q}_{ac}), \quad (4.114)$$

а дивергенція

$$\operatorname{div} \overline{Q}_{ac} = V_{pz}. \quad (4.115)$$

Ще одна польова структура, під дією якої перебуває будь-яка АС, є звукове поле. Це поле є не тільки АС як випромінюючому об'єкту, а і як поглинаючому. У загальному вигляді діаграму можна відобразити як на рис. 4.30.

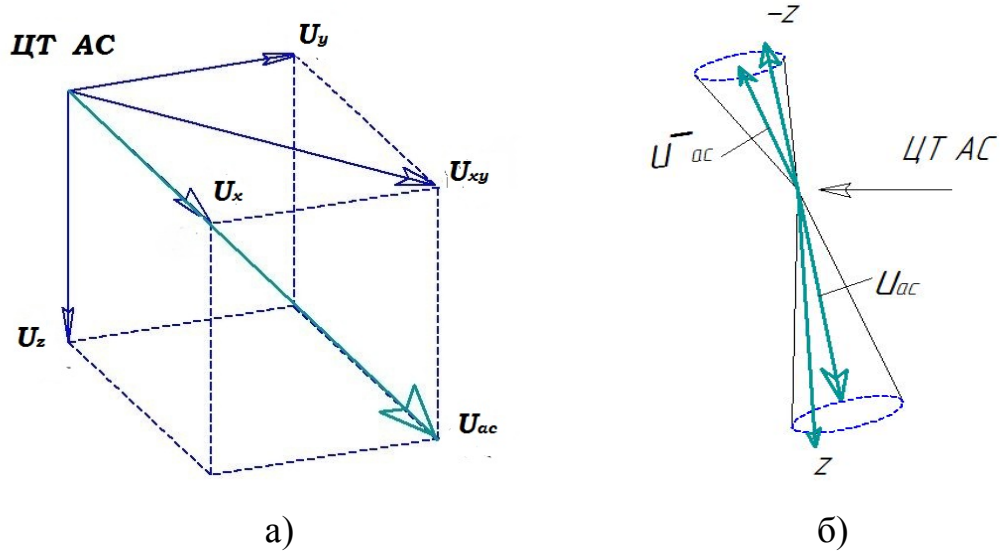


Рисунок 4.30 - Векторні діаграми звукового поля АС (БТО), де: а) загальна векторна діаграма взаємодії звукового поля з АС, б) діаграма впливу протидії в абстрактній сутності

За таких самих спрощень та умов, як і у попередніх випадках, приймаємо тезу стосовно синусоїдальної дії акустичного поля, тобто

$$U_{ac} + \overline{U}_{ac} = \sqrt{U_{ac}^2 + \overline{U}_{ac}^2 + 2U_{ac}\overline{U}_{ac}\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}, \quad (4.116)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_{ac} \sin \varphi_1 + \overline{U}_{ac} \sin \varphi_2}{U_{ac} \cos \varphi_1 + \overline{U}_{ac} \cos \varphi_2}, \quad (4.117)$$

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_1} + e^{-i\tau_1}) \\ \varphi_2 &= \arccos \frac{1}{2}(e^{i\tau_2} + e^{-i\tau_2}), \end{aligned} \quad (4.118)$$

де τ_1 -стала часу побудовчого фантому, який протидіє зовнішньому впливу акустичного поля,

τ_2 - стала часу зовнішнього руйнуючого фантому, тобто фантому брукху.

Рух векторів у просторі утворює геометричну фігуру у вигляді двопорожнистого конуса, що є наслідком їх взаємодії, тобто

$$\text{rot}(U_{ac} + \overline{U_{ac}}). \quad (4.119)$$

Окрім того, звукова (акустична) структура є вагомим елементом утворення зони присутності. Особливо це є притаманним БО для яких акустична зона присутності є життєво необхідною. Так, наприклад всі тварини, риби, комахи, тощо і навіть рослини мають свій особистий діапазон частоти спілкування. Для цього, окрім звичайного звукового поля, використовуються різні принципи модуляції. Комахи використовують звуковий спектр для того, щоб відкрилася квітка рослини для опилення. Тварини взагалі виробляють низку звуків для визначення своїх дій та спілкування. Людина взагалі цю фізичну якість довела до досконалості. Тобто як на наслідок маємо

$$\text{div} \overline{U_{AC}} = V_{nz}. \quad (4.120)$$

До вищесказаного необхідно додати, що у тваринному світі чутливість до акустичних коливань є дуже розвиненою. Так наприклад скорпіон має атрофований слуховий апарат(вуха відсутні як такі), тим не менш, своїми лапками відчують вібрації атомарного рівня. Звичайні домашні коти мають в своїх очах влаштовані звукові рецептори, які допомагають орієнтуватися у повній темряві.

Наразі ми вже розглянули цілу низку фізичних полів, які є характерними при існуванні АС. Але це є далеко не повний перелік полів, які діють на АС. Тому варто деякі з них коротко згадати для отримання повної картини. Одним з таким полів є радіоактивність, яка притаманна практично всім відомим об'єктам. Для цього існує відповідне визначення, яке має назву кларк. Фактично кларк визначає кількість радіоактивної речовини у масі АС. Так

наприклад звичайний радіоактивний фон відкритої місцевості становить приблизно 7 мкР/год. Червоний граніт має коливання у межах $(20 \div 30)$ мкР/год, а лабрадорит – $(30 \div 50)$ мкР/год. Звичайно, що інтенсивність подібного випромінювання має значний вплив на БО, БТО, ПО, як на найменш стійкі до нього. Як правило у зонах підвищеної радіоактивності спостерігаються аномалії захворюваності на різні хвороби. Характер радіоактивності має параметри скалярного поля, тобто воно практично статичне по всій поверхні земної кулі.

Ще одна структура - це газопилова, яка складається з твердих часток та різних газів. Як правило, основу пилу у такій суміші становить кремній та його з'єднання та суміші, тобто силікати. Окрім того, у пилу значний відсоток становлять частки органічних з'єднань, які як правило є продуктами життєдіяльності флори та фауни, тобто складні вуглеводневі з'єднання. Основним параметром середовища є кількість часток пилу у одиниці об'єму (M^3). Другим параметром пило газової суміші є загазованість. Стосовно атмосфери Землі, яка складається з суміші азоту та кисню, дуже важливим газом є двоокис вуглецю, який суттєво впливає на БО, БТО, ПО. Так, наприклад, підвищення його концентрації до 0,5% призведе до масового вимирання тварин, а зменшення у два рази проти існуючої – до загибелі 95% всіх рослин. У повітрі також існують нейтральні гази, такі як гелій, аргон, криптон, тощо. Але вони теж мають дуже специфічний вплив на тварин та рослин. Так, наприклад, радон у малих концентраціях та дозах використовується як лікувальний засіб, а у великих є небезпечним. Особливу увагу необхідно звернути, коли пилогазова суміш знаходиться в стані руху. На першому місці тут стоять абразивні властивості. На другому – створення вибухових сумішей, які призводять до об'ємних вибухів, достатньо згадати вибухи на цукрових заводах та шахтах.

У завершення цього підрозділу необхідно зауважити, що існує ще одна польова структура, яка працює у будь-яких випадках, а саме як на поверхні Землі, та її надрах, так і у Всесвіті. Такою потужною польовою структурою є

геохімія. Хімічний склад поверхні Землі досить різноманітний, який у своєму складі має не тільки всі відомі хімічні елементи, але і їх складові, які знаходяться у стані постійних хімічних реакцій. Оскільки ці польові структури є дуже об'ємні, то варто розглянути їх у окремому розділі.

4.6. Векторне обґрунтування критичних ситуацій взаємодії абстрактного біотехнічного об'єкту із зовнішніми полями

Як видно з попереднього розгляду, внутрішня функція виживання для АС (БТО) є залежною від потужності зовнішнього впливу та внутрішніх можливостей протидії. Якщо зважити на те, що АС перебуває під дією цілої низки зовнішніх польових структур, які мають властивість постійної динамічної дії, то внутрішнім силам протидії те ж треба мати відповідні динамічні властивості. Як наслідок, це викликає низку вимог до побудови внутрішніх систем контролю. Такі системи контролю зовнішньої дії та вироблення протидії мають досить довершену конструкцію, особливо у БО, БТО. Тим не менш, якою б довершеною не була ця система контролю, вона завжди буде мати запізнення за фазою у своїх діях, тобто кути φ_1 , φ_2 ніколи не можуть бути рівними між собою, і ніколи не можуть дорівнювати нулю [45]. Це означало б лише одне: об'єкту АС як такого просто не існує, оскільки тільки діючим об'єктам притаманні фазову кути.

Розглянемо можливі критичні ситуації, які виникають у цьому випадку на засадах векторних діаграм (рис. 4.31). Для цього позначимо вектор зовнішньої дії як \mathbf{r} , а вектор внутрішньої протидії як $\bar{\mathbf{r}}$.

Стосовно АС ми отримуємо три критичні випадки. Згідно першого (рис. 4.31, а) обидва вектори \mathbf{r} та $\bar{\mathbf{r}}$ є максимально протилежними один одному. У такому випадку їх сума $\mathbf{r} + \bar{\mathbf{r}}$ має мінімальне значення, виконуючи циркуляцію, у якій ведучим вектором є вектор \mathbf{r} зовнішньої дії. Ця ситуація є

характерною для здорового організму БО або БТО, коли $\lim(\mathbf{r} + \bar{\mathbf{r}}) \rightarrow \min$, тобто досягти свого мінімуму.

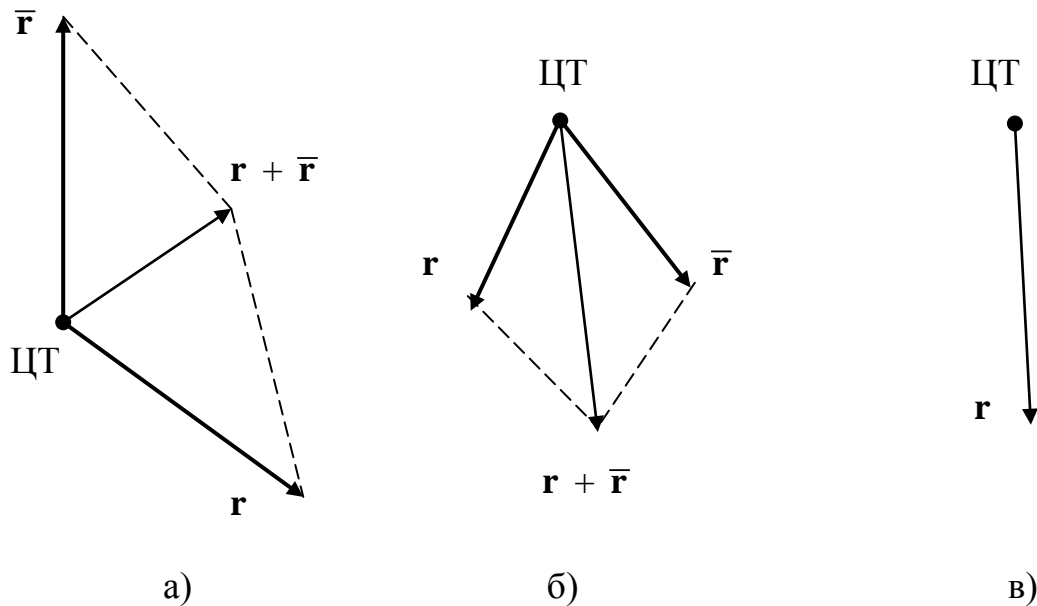


Рисунок 4.31 – Критичні випадки польової взаємодії в біотехнічних об'єктах, де: а) перший критичний випадок, б) другий критичний випадок, в) третій критичний випадок

У другому випадку (рис. 4.31, б) обидва вектори \mathbf{r} та $\bar{\mathbf{r}}$ складаються таким чином, що їхня сума сягає максимуму, тобто внутрішня система контролю полишена можливості контролювати зовнішній процес, як наслідок, $\lim(\mathbf{r} + \bar{\mathbf{r}}) \rightarrow \max$. У такому випадку організм БО, БТО треба сприймати як хворий, який не виконує своє функціональне призначення. Найпростіші приклади, які можна навести, це втрата орієнтації у просторі. Для ссавців це втрата чутливості до вертикалі відносно вектора тяжіння, а для птахів - втрата орієнтації у магнітному полі Землі. Для цього випадку є характерним те, що внутрішня протидія реагує на зовнішню таким чином, що замість її послаблення або компенсації навпаки підсилює до критичних меж.

У третьому випадку (рис. 4.31,в) внутрішня протидія настільки слабка, що вона ніяким чином не може захистити організм БТО від зовнішнього впливу. У такому разі організм БТО, якщо не виробляє у собі протидію (\bar{r}), наприклад, шляхом еволюції, то він приречений на загибель.

4.7. Спектральні функції взаємодії біотехнічних об'єктів із зовнішніми подразниками

Спектральні функції взаємодії БО є дуже складними (підрозд. 2.3, 2.4), оскільки розглядаються як окремий приватний випадок загальних рівнянь існування БТО. Отже, аналітичні моделі існування БО будемо розглядати як фрагменти загальних теоретичних засад. Для достеменного розгляду необхідно зробити низку елементарних досліджень. Перше дослідження, яке стосується БО, а також БТО та ТО, стосується саме ресурсу їхнього життя або застосування у межах обмеженого простору (ареалу).

Якщо відкинути всі вторинні чинники, то будь-який БО має свій час від народження до кінцевого існування. Але у цьому випадку виникає досить невизначена проблема виникнення живого об'єкта. Можна припустити, що для такого виникнення потрібним є енергетичний імпульс, що є діючим законом природи серед живих об'єктів, він діє за будь-яких умов та зовнішніх подразників. У цьому випадку маємо взаємодію двох сутностей, а саме:

- БО під дією побудовчого фантому намагається його реалізувати, але йому заважає фантом брухту;
- як наслідок взаємодія фантомів різного типу викликає адекватну реакцію в БО;
- отже, будь-яка зовнішня дія викликає відповідну протидію в БО для того, щоб стабілізувати його стан.

Для того, щоб достеменно розглянути цей процес, створимо аналітичну модель такої взаємодії у вигляді діаграми (рис. 4.32), яка може наочно пояснити всі процеси, що відбуваються в БО під час виникнення та її загибелі.

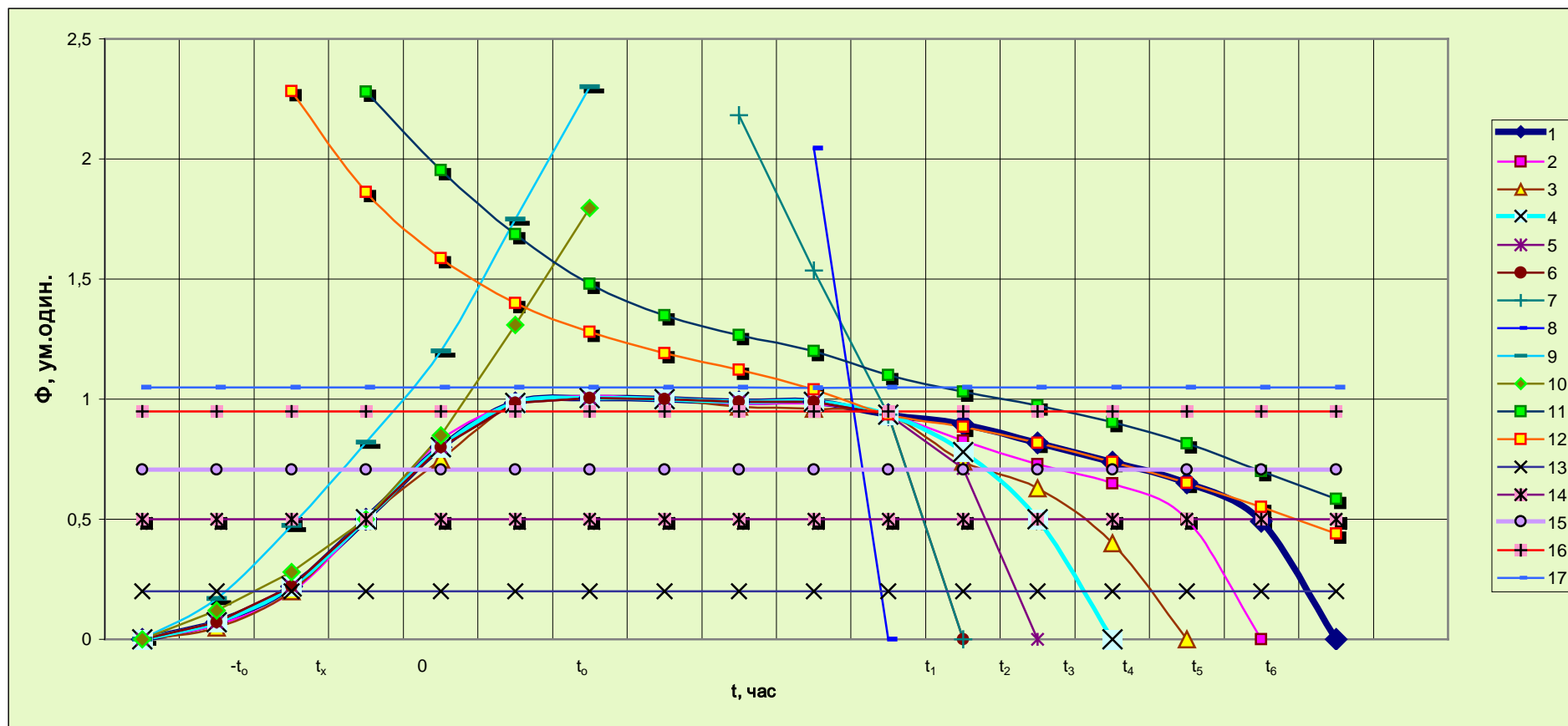


Рисунок 4.32 - Діаграма існування БТО, де: Φ_p - уявна побудовча функція фантому БО або БТО; Φ_B - уявна функція фантому брухту, яка є основою руйнівних дій щодо БО (БТО); Φ_{pr} - функція реалізації функції Φ_p у межах простору БО (БТО); Φ_{Br} - функція реалізації функції Φ_B у межах простору БО (БТО); Φ_{XB} - уявна функція дії захворювання на БО (БТО); Φ_{XBp} - функція реалізації функції Φ_{XB} у межах простору БО (БТО); t_0^- - час зародження БО, БТО (або ПО); t_0 - час виходу БО (БТО) на максимальну потужність; t_1 - час визначення дії захворювання, тобто дії функції Φ_{XB} ; t_2 - час реалізації функції захворювання Φ_{XBp} ; t_3, t_4, t_5, t_6 - можливі випадки загибелі (знищення) БО (БТО) під дією функції зовнішнього подразника; T - час закінчення остаточної активної дії БО (БТО); t_x - час непевного існування БО (БТО)

Це стосується як цілісного живого об'єкта, так і фрагмента, зокрема ПО, який утворюється в нормальному організмі об'єкта. Подібна модель є необхідною у інформаційній технології збору даних, їх обробці та виведення діагнозу щодо виникнення певного захворювання.

Як наслідок породження функції F_{BO} є технологічний побудовчий фантом Φ_p . Функція Φ_p фантому є формалізованою, тобто ідеалізованою, до якої намагається наблизитись функція F_{BO} на часовому інтервалі від t_0^- до t_0 . Наразі час t_0^- необхідно вважати часом зародження БО. Реально час визначається функцією Φ_p , яка попри свою криволінійність має визначену спрямованість, яка визначає час t_x розвитку ембріону БО, який вкрай нестабільний для різних видів тваринного та рослинного світу. Саме у цей час ембріон БО починає отримувати максимальне збільшення у своїх біологічних та фізичних властивостях під дією функції Φ_{pr} . Тобто функція Φ_p намагається реалізувати функцію F_{BO} , але відбувається це за ланцюгом

$$\Phi_p \Rightarrow \Phi_{pr} \Rightarrow F_{BO}. \quad (4.121)$$

Час t_x є необхідним для виходу на прискорені режимі розвитку та визначений для будь-якої ситуації. Так, наприклад, для знищення ембріону людини це становить термін у 60 днів, отже критична ситуація визначається після цього часу, коли неможливо знищення БО. Після цього часу функція Φ_p вимагає максимальної реалізації, тобто функції Φ_{pr} та F_{BO} мінімально відрізняються одна від одної, але завжди виконується нерівність $\Phi_p > \Phi_{pr} > F_{BO}$. З іншого боку, на БО тисне фантом брукху Φ_{Br} , який є реакцією БО на зовнішні подразники, а саме функцію Φ_B . Як наслідок, комплекс функцій Φ_{Br} та Φ_{pr} складає уявну функцію F_{BO} розвитку та життєдіяльності звичайного БО. У широкому сенсі всі ці функції мають експоненціальний характер щодо

аналітичних виразів. Наразі подібні існуючі розходження можна пояснити за два способи.

- По-перше, існують енергетичні витрати на побудову, які не дають можливості реалізації функції Φ_p .
- По-друге, існують розходження в інтерпретації функцій Φ_{Br} та Φ_{pr} , які є основою плану побудови функції F_{Bo} .

У випадку, коли усі функції нормалізовані та не мають розривів першого та другого роду у межах існування БО, функція існування БО матиме розвиток за залежністю F_{Bo} . Як наслідок, отримуємо поняття про життєвий імпульс БО (БТО), тобто

$$I_{Bo} = \int_{t_0^-}^T F_{Bo} dt. \quad (4.122)$$

Фактично залежність (4.122) є еквівалентом енергії, яку БО виконує в процесі дії, тобто у земній біосфері.

Отже, час існування будь-якого БО, в тому числі і патологічного об'єкта (ПО), котрий виникає у масі живого організму та являє собою об'єкт, що живе власним життям паралельно цілісному об'єкту, в якому він зароджений, можна розподілити на наступні періоди.

I – перший період від зародження до його кінцевого формування, тобто від часу t_0^- до 0. Саме у цей час потужність функцій цього об'єкту найбільш вразлива, до поки він не отримає динаміки розвитку такої, що у кінцевому етапі його формування «0», тобто максимальної величини сили розвитку. У цьому інтервалі часу зароджений об'єкт піддається максимальному впливу функцій руйнування, тобто

$$\Phi_B \Rightarrow \Phi_{Br} \Rightarrow F_{Bo}. \quad (4.123)$$

Наразі, якщо дія функцій $\Phi_B \Rightarrow \Phi_{Br}$ є дуже потужною, то зароджений об'єкт може бути нереалізованим (можливість знищення). Наприклад, для

людини (тварини) це характерно у термін часу від 30 до 60 днів за рівня потужності організму об'єкту 0,2 від максимальної величини потужності у 1,0 умовних одиниць. У термін часу «0» динаміка розвитку організму об'єкту є максимально можливою, і саме тоді він набуває кінцевого формування для існування. Але для продовження свого існування він потребує зовнішнього забезпечення необхідними енергіями. На цьому етапі маємо можливість визначити інтегральну залежність імпульсу життя БО як

$$I_I = \int_{t_0}^0 F_{BO} dt. \quad (4.124)$$

II – другий етап у розвитку організму. Це досягнення максимальної величини потужності усіх функцій організму об'єкту в інтервалі часу від «0» до t_0 . На цьому інтервалі часу функція Φ_{pr} намагається максимально досягти функції F_{BO} у своїх параметрах таким чином, щоб біофізичні показники БО (БТО), або ПО, мали максимальні величини. Але це не завжди вдається, оскільки і одна, і інші функції знаходяться під постійним тиском функції Φ_B . Як наслідок цей відтинок часу (від 0 до t_0) є одним з найбільш вразливим для об'єкта, тому потрібна постійна підтримка навколишнього середовища для цього об'єкта аж до виходу на стабілізаційний процес. Наразі цей процес позначимо як

$$I_{II} = \int_0^{t_0} F_{BO} dt. \quad (4.125)$$

III – етап, характерний тим, що починається у пікових (максимально можливих) значеннях усіх параметрів об'єкту, тобто момент часу t_0 . З цього моменту об'єкт може бути полишеним на самовиживання. Зазвичай цей час t_0 може бути дуже відстроковим для БО, БТО, ПО. Так, якщо об'єкт має не має ніяких струсів, тобто руйнівного впливу зовнішніх подразників, він фактично витягує свій повний ресурс до часу T . Але вплив функції Φ_B призводить до

того, що цей час скорочується. Якби не було функції Φ_B зовнішнього впливу і, як наслідок, функції Φ_{Br} реалізації, то ресурс існування живого об'єкта (імпульс) був би значно довшим за T . Ситуація полягає у тому, що під тиском функції Φ_B функція F_{BO} не є стабільною та з часом втрачає свою потужність. Тому імпульс об'єкта у цьому діапазоні можна описати подвійно, тобто

$$I_{III} = \int_{t_0}^T F_{BO} dt \quad (4.126)$$

та

$$I_{III} = \int_{t_0}^{t_1} F_{BO} dt. \quad (4.127)$$

Вираз (4.126) дає опис імпульсу в повному обсязі, вираз (4.127) у скороченому вигляді.

IV – на цьому етапі динаміка спадання функціональних можливостей об'єкта (функція F_{BO}) під дією зовнішніх подразників (негативний вплив) аж до його загибелі, тобто припинення функціонування. Фактично це є етап знищення будь-якого об'єкта біологічного походження (БО, БТО, ПО). Якби не було впливу зовнішніх подразників, функція F_{BO} поступово спадала під дією функції Φ_B до часу T . Поступове спадання діючих можливостей F_{BO} відбувалося б за траєкторією 1 (рис. 4.32). Але, коли функція Φ_{XB} відчутно впливає на об'єкт, це викликає відповідне скорочення ресурсу імпульсу життя. Але наразі це відбувається через реалізацію функції Φ_{XB} у функцію захворювання Φ_{XBp} , яка безпосередньо діє в організмі живого об'єкту. Для ПО подібний перехід відбувається як вплив зовнішніх подразників (фармакологічних або інших лікувальних засобів, наприклад, фізичних полів) для повного знищення існуючої патології. Оскільки будь-який об'єкт виробляє у собі функції захисту різного типу (для цілісного живого організму це імунітет), то процес розповсюдження зовнішньої дії йде за відповідної затримки, тобто функція Φ_{XB}

перетворюється у функцію $\Phi_{\text{ХВр}}$, яка залежно від здатностей намагається досягти максимальної потужності протидії. Як наслідок, загальний ресурс існування об'єкту, тобто його імпульс життя зменшується на величину різниці між траєкторіями 1 та 2, а імпульс життя закінчиться у момент t_6 (рис. 4.31). Тим не менш такої втрати потужності можна отримати за більш потужної дії $\Phi_{\text{ХВ}}$. Наразі це можуть бути варіанти із закінченням існування у часі t_5, t_4, t_3 . Момент часу t_2 є умовно критичним при дії функції $\Phi_{\text{ХВ}}$, оскільки спектр цієї функції необхідно сприймати як поширений, що має складові всіх можливих дій. Так, наприклад, дія функції $\Phi_{\text{ХВ}}$ може відбуватися у життєво важливих частинах об'єкту, а його повне руйнування (загибель) як припинення функціонального існування відбувається у момент часу t_2 . Це може бути для живого БО (БТО) погіршення стану нервової системи, серцево-судинної системи, травми, що не сумісні із життям, а для ПО – це часткове та повне знищення під впливом зовнішньої лікувальної дії. Але існує ще одна проблема часу t_1 , який є вкрай невизначений в інтервалі часу існування досліджуваного об'єкта. Наразі t_1 є суто суб'єктивним чинником, котрий часом об'єкт і не помічає під час свого існування. Тобто процес розвитку функцій $\Phi_{\text{ХВ}} \Rightarrow \Phi_{\text{ХВр}}$ є настільки стримким, що живий БО (БТО) на нього фактично не реагує, тобто здійснюється митьова загибель об'єкта. Отже, маючи таку непевність, варто орієнтуватися на імпульс цього етапу як

$$I_{\text{IV}} = \int_{t_1}^{t_6} F_{\text{BO}} dt, \quad (4.128)$$

але за відсутності зовнішніх впливів можна вважати, що

$$\lim_{t_6 \rightarrow T} \int_{t_1}^{t_6} F_{\text{BO}} dt = \int_{t_1}^T F_{\text{BO}} dt. \quad (4.129)$$

Отже, у підсумку маємо можливість констатувати той факт, що будь-який об'єкт (БО, БТО, ПО) має чотири етапи розвитку. Найбільш активний етап, а

саме взаємодія із зовнішніми подразниками (фармакологічних або інших лікувальних засобів, наприклад, фізичних полів) припадає на третій.

У загальному підсумку імпульс існування БО, БТО може бути описаний загальним виразом

$$I = \int_{t_0}^0 F_{BO} dt + \int_0^{t_0} F_{BO} dt + \int_{t_0}^{t_1} F_{BO} dt + \int_{t_1}^T F_{BO} dt, \quad (4.130)$$

Одночасно з виразом (4.130) існує і логічна функція, тобто імпульс існування об'єкту може бути реалізованим у визначеній послідовності, коли жоден інтеграл визначеного етапу не дорівнює нулю, а саме

$$I = I_I \cdot I_{II} \cdot I_{III} \cdot I_{IV}, \quad (4.131)$$

де за умови

$$I = I_I \vee I_{II} \vee I_{III} \vee I_{IV}, \quad (4.132)$$

та за умови $I_I = I_{II} = I_{III} = I_{IV}$ функція I не є реалізуємою.

У підсумку розглянемо функцію F_{BO} як результуючу, котра реалізується як наслідок внутрішньої життєдіяльності БО (БТО) та її взаємодії із зовнішніми чинниками. Якщо розглянути низку процесів, які досліджуються у різних розділах 2, 4, то функцію існування БО (БТО) F_{BO} слід визначити як модуль підсумку векторних функцій. Отже, якщо функція F_{BO} є модулем суми векторів, то окрема складова буде являти собою вектор-функцію, яка, маючи свою тенденцію життєвого циклу, реагує на зовнішні подразники.

Як наслідок, кожний реалізований параметр живого об'єкта маємо можливість уявити як деяку векторну функцію p_R , що реалізована на засадах уявного векторного параметру цієї функції p_u . Для реалізації цього процесу використовується функція k_R по аналогії з схожими функціями у розд. 2, 3, 4. Тобто для будь-якого i -го параметру об'єкта можна вважати, що

$$p_{Ri} = k_i p_{ui}, \quad (4.133)$$

де $k_i = \nabla k_{Ri} \cdot \nabla k_{R(i+1)} \cdot \nabla k_{R(i+2)} \cdot \dots \cdot \nabla k_{Rn}$ при $i = 1 \dots n - 1$.

Ця векторна функція (4.133) має такий характер поведінки, що будучи радіус-вектором, модуль якого дорівнює одиниці під дією зовнішніх чинників обертається відносно загального центру зі своїм періодом. До того ж через інерційність існує фаза цього руху, яка пов'язує кожний з обраних параметрів з усіма іншими. З виключно геометричного погляду це є група векторів p_R , p_u , які обертаються навколо одного обраного центру. Але, якщо вони мають більш менш однакову кутову швидкість ω , тобто групову, то кожний з них має свою коливальну швидкість у середині групи. Як наслідок, подібна ситуація призводить до того, що у певний момент часу загальна векторна сума протидії має мінімальну потужність, а у інший момент часу - максимальну. Наразі це дуже добре проглядається для α , β , γ - ритмів людського організму. Для людини α - ритм має за рік два значення мінімуму і два значення максимуму, котрі відраховуються від дня формування кінцевого образу об'єкта (час «0» рис. 4.32). Саме у мінімумах потужності людина найбільш вразлива для функції F_{XB} , тобто у день народження та через півроку.

Таким чином, загальну функцію F_B можна уявити як векторну суму

$$F_{BO} = \sum_{i=1}^n p_{Ri} = \sum_{i=1}^n k_i p_{ui} \leq 1. \quad (4.134)$$

Водночас функція F_{BO} (як на рис. 4.32) буде утворюватися внаслідок підсумкової дії низки векторів (рис.4.33).

Як наслідок, функція F_{BO} має пульсуючий характер, що призводить до періодичної вразливості БО (БТО, ПО). Тобто це є низка складових, які нашаровуються одна на одну, тобто функцій

$$p_i = \int_{t_0}^T (p_u, k_u, t), \quad (4.135)$$

а загальну функцію F_{BO} як

$$F_{BO} = \int_{t_0}^T p_i dt. \quad (4.136)$$

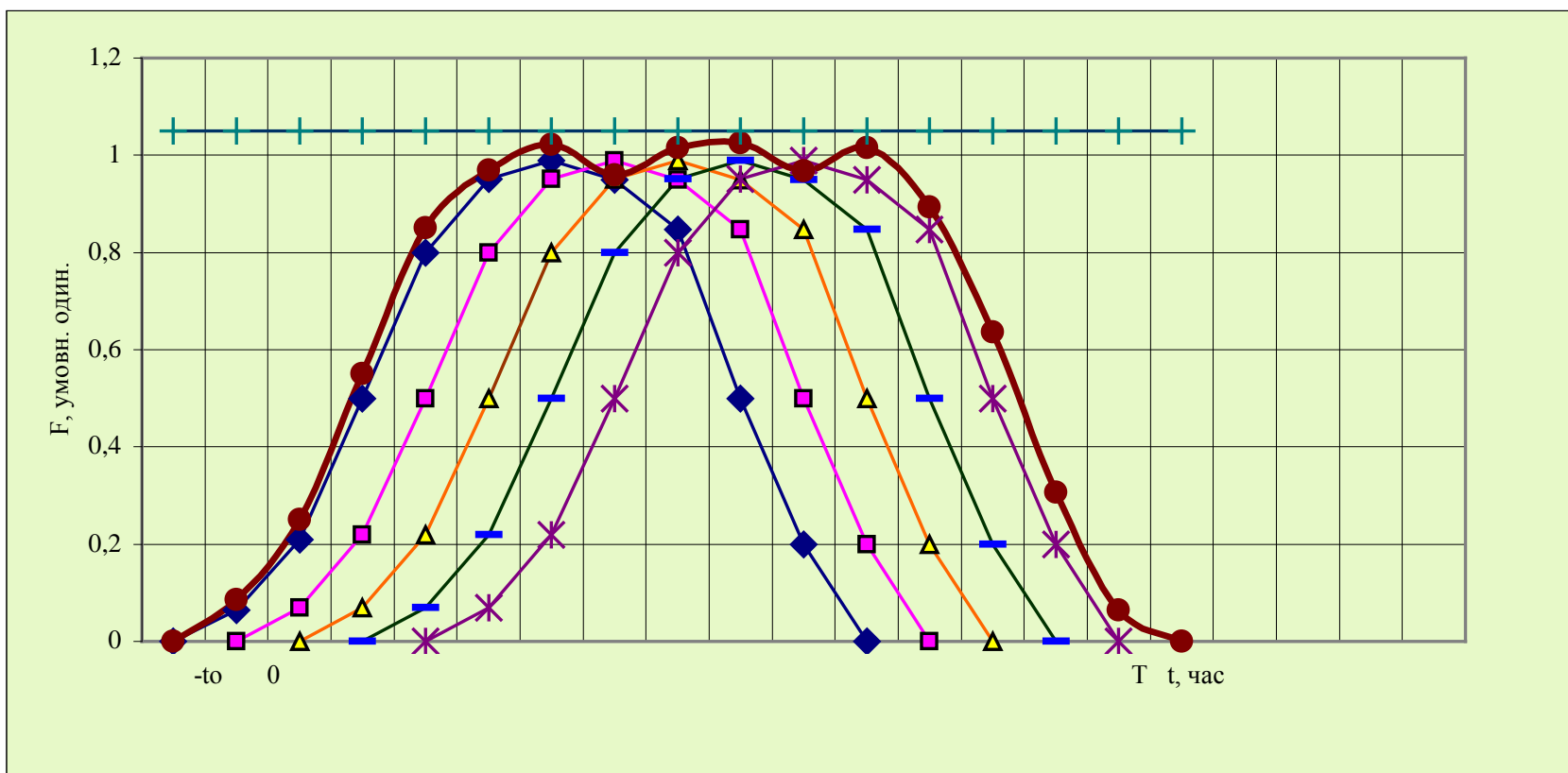


Рисунок 4.33 - Процес утворення реальної функції F_{BO}

Ця функція (4.136) має властивості до розкладання у ряд Фур'є, як і будь-яка функція подібного типу, тобто

$$F_{\text{BO}} = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx). \quad (4.137)$$

Якщо ми розглядаємо гільбертовий простір $L^2(-\pi, \pi)$, то ціла низка функцій є повною ортонормованою системою. Як наслідок, звідсіля випливає наслідок, що наближення функції $F_{\text{BO}} \in L^2(-\pi, \pi)$ до тригонометричного багаточлену

$$S_n(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n (a_k \cos kx + b_k \sin kx) \quad (4.138)$$

є багаточлен середньої квадратичної похибки, тобто

$$\delta^2 = \int_{-\pi}^{+\pi} (F_{\text{BO}}(x) - S_n(x))^2 dx. \quad (4.139)$$

Цей багаточлен при мінімальні значення тоді і тільки тоді, коли коефіцієнти a_k, b_k мають вибір за принципом коефіцієнтів Фур'є. Звідсіля для кожної функції $F_{\text{BO}} \in L^2(-\pi, \pi)$ у виразі (4.136), де a_k, b_k є коефіцієнтами Фур'є для середньої квадратичної функції отримуємо

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_{-\pi}^{+\pi} (F_{\text{BO}}(t) - S_n(t))^2 dt. \quad (4.140)$$

При такому розгляданні проблеми існування досліджуваного об'єкту маємо ситуацію, коли вирази (4.137) та (4.140) мало себе виправдовують. Для цього розглянемо внутрішню побудову функції (), тобто

$$(F_{\text{BO}}(t) - S_n(t))^2 \quad (4.141)$$

або

$$F_{\text{BO}}^2(t) - 2F_{\text{BO}}(t)S_n(t) + S_n^2(t) = 0. \quad (4.142)$$

Але для того, щоб виконувалося рівняння (4.142), повинна виконуватися умова, а саме

$$F_{\text{BO}}(t) = S_n(t). \quad (4.143)$$

Подібна умова просто неможлива з однієї простої причини, що одна з них є функцією реалізації, а інша уявна. Як наслідок

$$F_{\text{BO}}(t) \neq S_n(t). \quad (4.144)$$

І, як продовження цієї тези, маємо два фундаментальні висновки:

$$\begin{aligned} S_n(t) &\neq 0 \\ F_{\text{BO}}(t) &\leq 1 \end{aligned} \quad (4.145)$$

Різниця між цими двома функціями ніколи не може дорівнювати одиниці, тому що в їхній взаємодії приймає участь фантом брухту $\Phi_B(t)$, тобто ми отримуємо залежність

$$F_{\text{BO}}(t) - S_n(t) = \Phi_B(t). \quad (4.146)$$

Залежність (4.146) є достеменно виконаною з огляду на закон збереження енергії. Наразі залежність (4.46) є лише тривіальним наближенням, яке виконується, коли

$$F_{\text{BO}}(t) - S_n(t) - \Phi_B(t) = 0. \quad (4.147)$$

Як наслідок, вираз (4.147) не можна сприймати як достеменно, оскільки ця функція ніколи не буде дорівнювати нулю. Наразі вплив функції $\Phi_B(t)$ на функцію $F_{\text{BO}}(t)$ є досить певним, який викликає відповідне подразнення (реакцію) у функції досліджуваного об'єкта (БО, БТО, та навіть ПО). Як наслідок, ми маємо розходження у інтерпретації таких функцій, як $F_{\text{BO}}(t)$ та $S_n(t)$, а вираз (4.147) необхідно розглядати як

$$\int_{-\pi}^{+\pi} (F_{\text{BO}}(t) - S_n(t))^2 dt = \Phi_B(t). \quad (4.148)$$

Тобто, якщо сприймати функцію $S_n(t)$ як ступінь уявної реалізації БО, БТО, тобто «проект» майбутнього об'єкта, то на кожному етапі життєвого циклу буде спостерігатися розходження, величина якого визначатиметься величиною (потужністю) дії функції $\Phi_B(t)$. Наслідком такої дії є певна нестабільність функції $F_{\text{BO}}(t)$ у часі та намагання виконати умову (4.148).

Чинником подібної нестабільності є інерційність функцій $F_{\text{BO}}(t)$, $S_n(t)$ та $\Phi_B(t)$, які діють не миттєво, а поступово підвищують або зменшують свою потужність залежно від реакції на них інших функцій. Спектральний склад всіх наведених функцій залежить від умов, у котрих знаходиться кожний досліджуваний об'єкт, тобто від взаємодії із зовнішніми подразниками, які мають власні спектральні характеристики. Водночас така спектральна характеристика взаємодії є вельми залежною від конкретних частот, оскільки у подібній ситуації дуже важливим є розходження у величинах амплітуд, частот та фаз сигналів, що характеризують кожен складову взаємодії. Наразі досконале БО володіє всіма цими функційними параметрами достеменно. Для того, щоб більш менш добре розглянути цю ситуацію, подивимось, як поводить себе спектр функції $F_{\text{BO}}(t)$, тобто, якщо

$$F_{\text{BO}}(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n A_k \sin(kt - \varphi_k), \quad (4.149)$$

де $A_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2}$, $\operatorname{tg} \varphi = \frac{a_k}{b_k}$, a_k^2, b_k^2 - коефіцієнти ряду Фур'є,

або у іншому варіанті

$$F_{\text{BO}}(t) = \sum_{k=1}^n C_k e^{ikt}, \quad (4.150)$$

де

$$c_k = \int_{-\pi}^{+\pi} S_n(t) e^{-ikt} dt = \begin{cases} \frac{a}{2}, & k = 0 \\ \frac{1}{2}(a_k - ib_k), & k > 0 \\ \frac{1}{2}(a_{-k} + ib_{-k}), & k < 0 \end{cases}. \quad (4.151)$$

Аналіз виразів (4.149), (4.150), (4.151) призводить до висновку, що при значенні

коефіцієнту $k=0$, ми маємо значення $\frac{a}{2}$ функції, яке фактично вказує на залишок об'єкта (БО, БТО, ПО), який утворюється після його стабілізації або загибелі. При $k > 0$ потенційні можливості об'єкту збільшуються, а при $k < 0$ - зменшуються. Оскільки одночасно об'єкт не може знаходитися у трьох станах, тому на кожній ділянці функція $F_{\text{BO}}(t)$ має свою стадію плинного стану, але надовго там не затримується, тобто це є стан постійного дрейфу.

Розглянемо, яка ситуація спостерігається для параметру $p_i(\omega, t)$ під час подібних процесів (рис. 4.34). Якщо параметр p_i має стабільну залежність від частоти ω_0 у час t_0 , то загальну інтегральну функцію спектру можна розглядати як (рис. 4.34,а)

$$S_{p_i(\omega_0, t_0)} = \int_0^{\omega_T} p_i(\omega_0, t_0) d\omega. \quad (4.152)$$

У наступному етапі (рис. 4.34,б) загальна інтегральна функція спектру набуває вигляду

$$S_{p_i(\omega_0, t_1)} = \int_0^{\omega_T} p_i(\omega_0, t_1) d\omega. \quad (4.153)$$

Як наслідок, результуючу реакцію взаємодії маємо у вигляді (рис. 4.34,в)

$$p_i(\omega_0, t_0) - p_i(\omega_0, t_i) = \int_0^{\omega_T} p_i(\omega_0, t_0) d\omega - \int_0^{\omega_T} p_i(\omega_0, t_i) d\omega. \quad (4.154)$$

Функція (4.154) є досить складною, залежною від ω та t . Як наслідок, маємо створити наступну залежність, а саме

$$d\omega = \frac{\partial \omega}{\partial t} dt. \quad (4.155)$$

Тобто у кінцевому випадку це буде

$$p_i(\omega_0, t_0) - p_i(\omega_0, t_i) = \frac{\partial p_i(\omega, t)}{\partial \omega \partial t} = p_i(\omega, t) \frac{\partial p_i(\omega, t)}{\partial \omega} \cdot \frac{\partial \omega}{\partial t}. \quad (4.156)$$

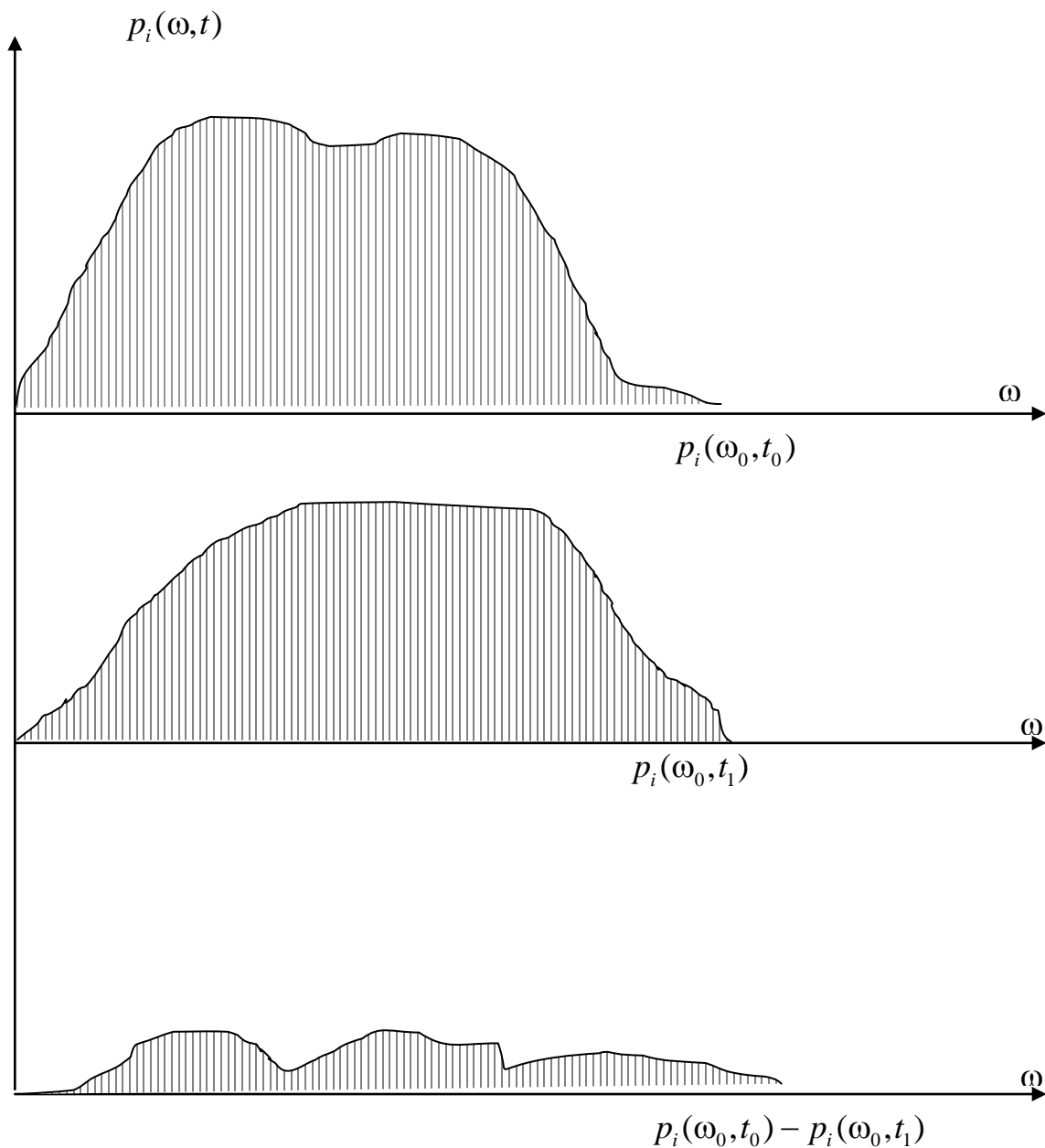


Рисунок 4.34 - Епюри залежності реакції параметру $p_i(\omega, t)$ на вплив зовнішніх подразників, де: а) первинна функція $p_i(\omega_0, t_0)$; б) результуюча функція (через час) t_1 від сторонньої дії; в) функція різниці між статистичним та динамічним станом

Отже, орієнтуючись на вираз (4.156), маємо можливість стверджувати, що панівною функцією у цьому процесі є $p_i(\omega, t)$, яка за всілякий спосіб намагається утримувати свою стабілізацію у часі дією параметру ω . Безпосередній вплив у цьому випадку має дрейф параметру ω , який є наслідком дії функції часу t .

Як наслідок, не менш активною дією слід вважати спектральний диференціал $\frac{\partial \omega}{\partial t}$. Ця ситуація (4.156) зайвий раз доводить, що будь-який об'єкт (БО, БТО, ПО) знаходиться під дією сторонніх сил та намагається виробити силову (або іншу) протидію стосовно своєї стабілізації у часі та просторі, тобто підкоряється дії фантому Φ_p , якщо їй нічого не заважає. Якщо звернутися до виразу (4.149), то добре видно, що функції амплітуди A_k є повністю залежною від синусоїдальної функції. Отже, якщо вважати дрейф частоти ω стабільним, оскільки це є один зі стабільних параметрів об'єкта, тобто $p_i(\omega, t)$, то фазу такою ніяк не можна вважати. Фаза φ є залежить від дії сторонніх сил, тобто $\varphi = f(F_{CT})$. Розглядаючи вплив F_{CT} на фазу спектру досліджуваного сигналу, ми маємо можливість визначити три основні випадки.

По-перше, дія сил F_{CT} співпадає з активною частиною функції $F_{BO}(t)$. Як наслідок, співпадання F_{CT} з динамічною ситуацією $\frac{\partial F_{BO}}{\partial t}$ призводить до значного посилення цієї функції. Як наслідок, подібна ситуація може призвести до значного зростання функції $F_{BO}(t)$ аж до фатальних випадків. Якщо розглядати взаємодію досліджуваного об'єкта з фармакологічними речовинами, фізичними полями технічних засобів, коли $F_{CT} = F_{lik}$, то необхідно враховувати кількість (дозу) цих впливів, щоб уникнути передозування. Тобто у динамічному стані, коли $\frac{\partial F_{BO}}{\partial t} \rightarrow \max$, необхідною є мінімальна доза зовнішніх

впливів (діагностичних фізичних полів), і навпаки, при $\frac{\partial F_{\text{во}}}{\partial t} \rightarrow \min$ необхідна максимальна доза зовнішніх впливів. Таку діаграму приблизно можна відобразити, як залежність між функціями синусоїдального та косинусоїдального характеру (рис. 4.35).

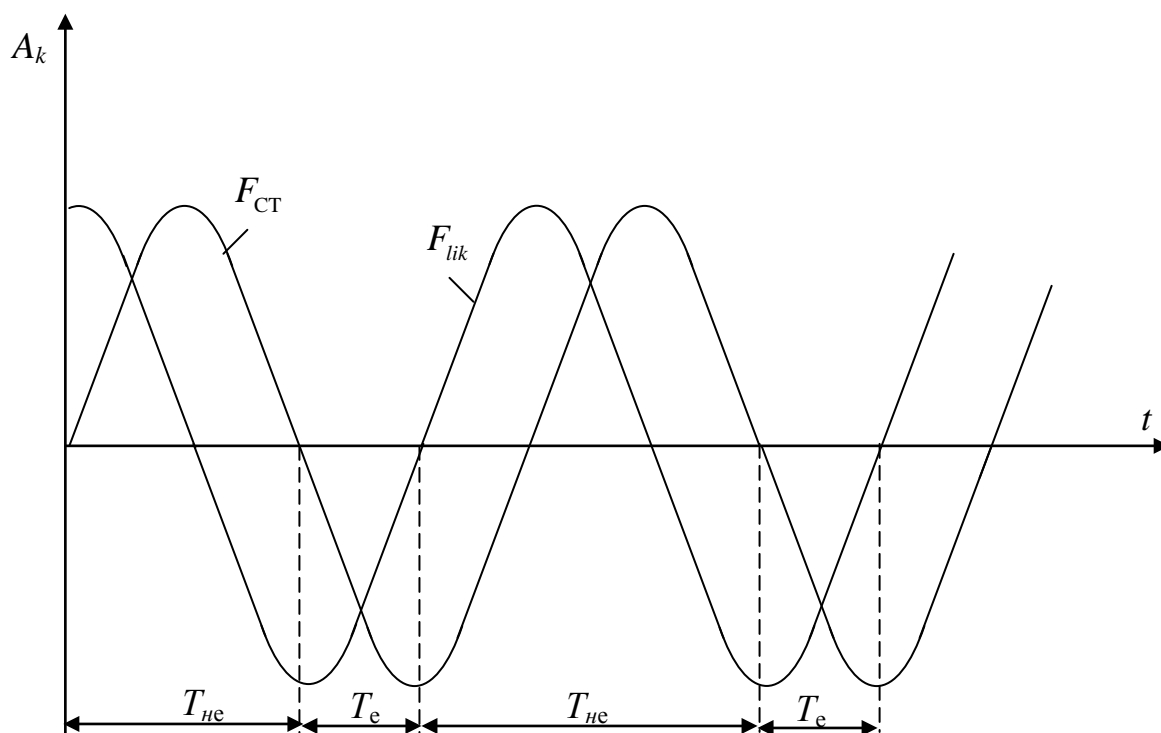


Рисунок 4.35 - Діаграма взаємодії сил $F_{\text{СТ}}$ та $F_{\text{лiк}}$ у досліджуваному об'єкті

За цією діаграмою, яка фактично пропонує ідеальний випадок взаємодії сил $F_{\text{СТ}}$ та $F_{\text{лiк}}$ у досліджуваному об'єкті дуже добре видно, що ефективність використання фармакологічних речовин у часі $T_{\text{е}}$ станове лише одну четверту часу дії $F_{\text{СТ}}$, тобто $T_{\text{не}}$. Як наслідок, з розгляду цієї діаграми ми можемо констатувати той факт, що фармакологічні речовини та фізичні поля технічних медичних засобів повинні діяти чітко у визначений час доби. Отже, будь-яку речовину та фізичний або фармакологічний вплив необхідно додавати до

хворого організму не абияк, а згідно часового терміну, що є залежним від динаміки спектральної взаємодії функцій F_{CT} та F_{lik} .

По-друге, існує зсув у часі спектральної характеристики досліджуваного об'єкту (БО, БТО, ПО тощо). Попри того, що існує відносна нестабільна частина спектру, яку об'єкт намагається витримати, навіть під дією сил F_{CT} , тим не менш він має дрейфовий характер та зсув під дією сил зовнішніх подразників, тобто фармакологічних речовин, а також фізичних полів зокрема технічних медичних апаратів тощо. Як наслідок, такий зсув у спектрі є наслідком взаємодії F_{CT} та F_{BO} . Водночас наслідком цієї взаємодії є як значне збільшення потужності F_{BO} , так і його значне зменшення. Звідсіля може бути значне колювання можливостей досліджуваного об'єкту (БО, БТО, ПО тощо) по виконанню системи свого захисту як абстрактної сутності.

По-третє, попри вплив члену $\frac{\partial \omega}{\partial t}$ на загальний характер взаємодії, існує проблема фазового зсуву спектру, окремих його фрагментів. Тобто для БО іноді спостерігається ситуація, коли функція сил F_{CT} має вплив параметру p_i на певний визначений фрагмент цілісного організму (наприклад, при локальному впливі лікувальним або діагностичним випромінюванням тощо). Тоді, як наслідок, виникає ланцюгова реакція за всіма іншими параметрами об'єкту.

Система БО має високу ступінь розгалуження своїх параметрів та зв'язків між ними. Тому наразі може йтися про деякі наближені моделі. Найпростішим варіантом подібного моделювання є можливість відобразити ситуацію у вигляді епюр (рис. 4.36).

Отже, якщо F_{CT} діяла безпосередньо на параметр БО p_2 , то ще викликала фазовий зсув для φ_2 . як наслідок, у БО (БТО) виникає хвильова реакція по всьому організму, викликаючи схожі зсуви за фазою у сусідніх параметрах. Водночас дія захворювання прокочується, як у прямому, так і у зворотньому напрямках, оскільки кожний з сусідніх параметрів неадекватно реагує на F_{CT} ,

яка не має з ним спілкування, що відображає спільна спектральна характеристика. Таким чином, різниця спектральних параметрів p_i призводить до того, що всі сусідні параметри розширюють свій спектр протидії. Як наслідок, це призводить до створення загального фронту протидії, який протистоїть силам $F_{\text{ст}}$ і намагається її знищити.

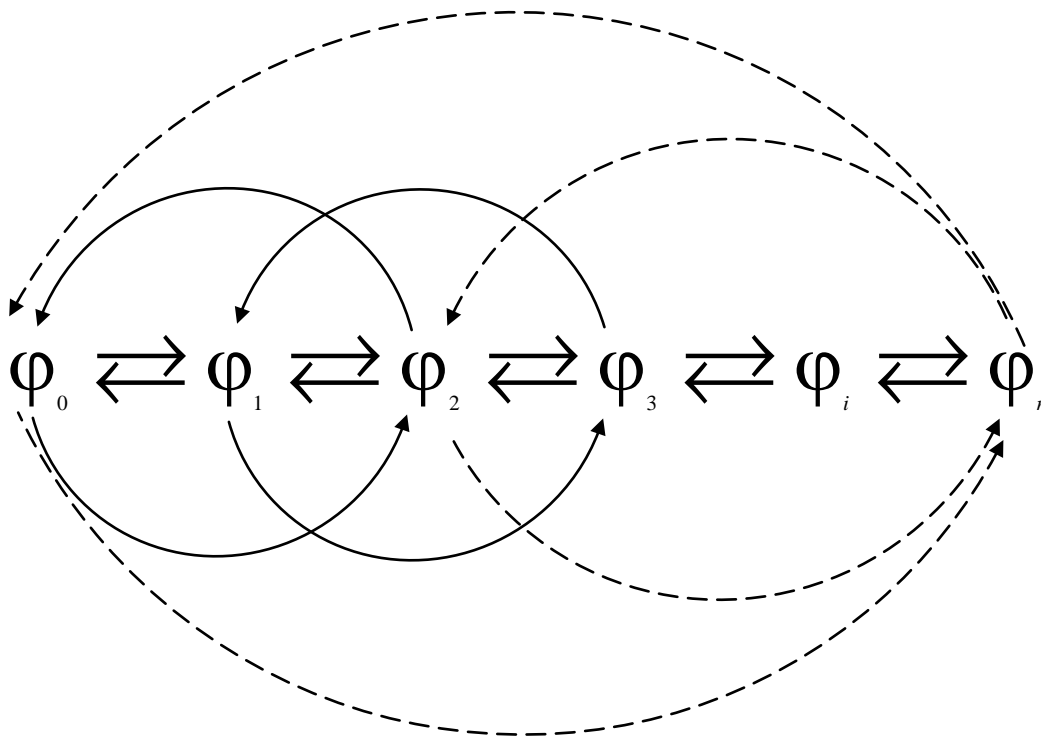


Рисунок 4.36 - Фазова взаємодія органів цілісної системи у межах БО (БТО)

Так, наприклад, звичайна застуда (запалення горла тощо) викликає ланцюгову реакцію інших параметрів органів цілісної системи БО (БТО). По-перше, реагують слизові оболонки горла та носа, потім бронхи, легені, навіть система очей, потім шлунок і так далі, зокрема опорно-рушійна система отримує команду про мінімальний рух. Одночасно з цим паралельно починають змінюватися температурні параметри системи БО (БТО та навіть існуючі в організмі ПО). Подібна ситуація відбувається у коливальному режимі, аж поки організм не здійснить підсилення реакції імунної системи для повної протидії силам зовнішніх подразників – захворювання.

У підсумку необхідно зробити низку висновків, які узагальнюють погляд на розглянуті процеси стосовно існування досліджуваних об'єктів та їх перехресних зв'язків, як окремо, так і взагалі:

- 1) всі БО (БТО) є системою складових, що діє як одне ціле, але кожна складова має свої відмінності;
- 2) кожна складова має свої відмінності існування, які підтримуються іншими складовими;
- 3) кожна складова є нестабільним елементом у межах життєдіяльності БО (БТО);
- 4) нестабільність складових призводить до загального коливання просторово-часових параметрів потужності БО (БТО);
- 5) чинником нестабільності складових є їх спектральна нестабільність під дією сторонніх сил зовнішніх подразників та сил, які притаманні їй існуванню;
- 6) будь-який БО (БТО) має коливальний характер своїх спектральних параметрів при своєму існуванні, оскільки не може одночасно підтримувати енергетичні характеристики у всіх напрямках;
- 7) коливальний характер енергетичних характеристик, тобто потужності БО (БТО) призводить до того, що існують коливальні цикли загального порядку, тобто впродовж року, місяця та доби. Як наслідок, це призводить до того, що об'єкт у кожний момент часу матиме суттєві недоліки по одному параметру і високі значення по іншому параметру своїй спектральній характеристики;
- 8) у наслідок параметричного падіння БО (БТО) є найбільш вразливим до зовнішніх подразників, тобто у кращому випадку відновлює свої енергетичні характеристики (підсилення імунної системи, одужання), у іншому випадку, коли значення енергетичних характеристик є середніми (об'єкт має хронічні вади), при зменшених значеннях характеристик об'єкт підлягає знищенню;

- 9) дія фармакологічних, зокрема лікувальних засобів, повинна бути синхронізованою із різними часовими циклами енергетичних характеристик БО (БТО), тобто добовими, місячними, річними.

4.8. Програми досліджень характеристики впливу інформаційної системи інтегрованої діагностики на об'єкт

Функціонування модулів системи діагностики необхідно перевіряти на надійність їх дії у практичних умовах щодо відповідності параметрів їх впливу на організм під час роботи заданим величинам. Для цього створюються програми експериментів та їх обробки, котрі призначені для визначення можливих похибок роботи модулів та вилучення їх з подальшої практики, тому від вірного оцінювання похибок роботи модулів залежить їх працездатність та ступень можливості застосування у клінічній практиці.

Статистичні дослідження параметрів інформаційної системи діагностики та лікування являють собою процес, в якому за єдиною програмою здійснюються:

а) спостереження за явищами впливу на організм БТО та його певні органи (структури), а також за процесами, що виникають внаслідок цих впливів у біологічних структурах живого організму;

б) збір та реєстрація первинних даних, тобто вихідних інформаційних сигналів від відчутників системи;

в) обробка отриманих даних у вигляді форм, прийнятних для подальшого аналізу;

г) аналіз отриманих результатів згідно визначених моделей статистичного аналізу для формування рішення про взаємодію вихідних інформаційних сигналів із організмом пацієнта, оцінювання можливих наслідків цих взаємодій під час проведення лікування, а також у післяпроцедурний період.

Дослідження запропоновано починати із визначення тих вихідних параметрів модулів системи, які найбільш впливають на організм, та які

потрібно оцінити. так, наприклад, це є випромінювання модулів системи, що застосовано при діагностиці та при лікуванні. окрім того, у разі застосування фармакологічних речовин у комплексних процедурах визначаються характеристики реакції конкретного організму на вплив речовин, а також на вплив фізичних полів модулів системи, визначаються інформаційні параметри польових структур зовнішніх подразників для подальшого аналізу.

Після цього збираються дані від модулю комплексу відповідних відчутників, які надходять до складу інформаційного діагностично-лікувального обладнання, котрі залежно від призначення комплексу можуть бути різнобічними за своїм принципом, а також способами отримання первинної інформації від модулів системи. Для дослідження якості лікування за умов пропонованих засад технології діагностики певних поширених захворювань необхідно отримати систематичну інформацію про роботу модулів, зокрема відчутників інформації відповідних даних щодо внутрішніх полів БТО, та зовнішніх полів подразників, до яких віднесено польові структури гравітаційних, магнітних, електричних, електромагнітних тощо полів.

Отже, завданням статистичного дослідження впливу параметрів модулів системи є збирання об'єктивної, вірогідної та повної за об'ємом базисної інформації від окремих блоків та модулів системи, застосованих фармакологічних препаратів (у разі необхідності) та власних параметрів організму об'єкта дослідження.

Процес статистичного дослідження параметрів впливу модулів системи можна розділити на етапи:

- складання плану статистичного дослідження, розробка його програми;
- реєстрація та збирання статистичного матеріалу;
- розробка та зведення даних;
- статистичний аналіз;
- впровадження результатів дослідження в практику.

Дослідження впливу вихідних параметрів модулів системи на організм пацієнта потрібно проводити за встановленим планом, що містить програмні та організаційні питання, визначається завданням статистичного спостереження, яке повинно забезпечити повну і характеристику досліджуваного явища, параметри його комплексного застосування, особливо при застосуванні різних типів випромінювань фізичних полів, фармакологічних речовин або синтетичного, або рослинного походження.

Таким чином, формування плану статистичного дослідження передбачає вирішення низки питань щодо визначення мети, конкретних завдань дослідження, вибору параметра та одиниці спостереження, вибору відповідних модулів системи і відчутників як джерел отримання інформації, форми практичної реалізації, а також методів статистичного дослідження для подальшого застосування результатів роботи в практику охорони здоров'я та заходів, спрямованих на підвищення якості медичної допомоги.

При підготовці спостереження, визначаємо сукупність параметрів, які підлягають дослідженню. Об'єкт статистичного спостереження повинен мати межі визначеної для вивчення сукупності. Наприклад, до проведення статистичного дослідження надійності роботи модулів діагностично-лікувальної системи потрібно визначити, які параметри модулів будуть досліджуватися.

Так, для досліджень запропоновано обирати для всіх польових параметрів модулів системи підконтрольними параметрами обираємо наступні:

- потужність,
- частота або митьсві значення дрейфу у часі,
- фазові зміни стосовно загального опорного рівня,
- градієнт напрямку польової структури,
- щільність потоку потужності випромінювання,
- дефекти руху БТО у межах панданної зони, тобто відхилення від нормальної траєкторії,

- дефекти швидкості руху БТО у межах визначеної траєкторії,
- відхилення польових структур БТО від нормальної польової моделі, яка зберігається у базі даних блоку обчислювального модулю.

Перевірка досліджень повинна проводитись на визначеній сукупності респондентів. Це може бути сукупність фізичних осіб (хворі, які самі захворювання тощо), функціональних одиниць (ліжка з лікарні, стаціонари тощо), контингентів, яким притаманні певні явища (непрацездатні робітники) та ін. При дослідженні якості діагностики поширених захворювань також необхідно окреслити межі даної сукупності — серед яких груп населення це явище повинно вивчатися. якщо не визначити точно об'єкт та межі дослідження, то отримані дані не дадуть повного уявлення про рівень та склад явища.

Залежно від характеру проведення дослідження за часом, тобто виявлення впливу на стан респондентів визначених параметрів випромінювань, запропоновано проводити спостереження поточні, періодичні та одночасні. якщо збір матеріалу проводиться систематично, з постійною реєстрацією фактів при їх виникненні, то це буде поточне спостереження. якщо воно проводиться регулярно, але не постійно, тоді це буде періодичне дослідження. Ці дослідження проводяться згідно методик, загально прийнятих та затверджених Міністерством охорони здоров'я. Репрезентативність вибіркової групи досягається правильним відбором одиниць спостереження. важливо, щоб кожна одиниця всієї сукупності мала однакову можливість потрапити у вибірку сукупність. Окрім того, важливою є її якісна характеристика, що може бути забезпечено методом типологічного відбору, суть якого полягає в тому, що вся сукупність розподілиться на кілька однотипних груп, з яких відбираються одиниці спостереження.

Програма запропонованого дослідження передбачає, що потрібно зробити розподіл сукупності на якісно однорідні групи, показати їх особливості, зв'язок кожного параметра модулю системи з іншими, взаємну їх залежність. При

дослідженні впливу на організм БО, пацієнтів в цих групах необхідно поділити на якісно однорідні — за статтю, віком та інші.

Отже, програма дослідження передбачає в умовах клінічного застосування перелік зафіксованих в обліковому документі ознак, які характеризують кожну одиницю спостереження.

Якщо програма дослідження потребує отримання матеріалів щодо кожного параметра та його впливу на організм пацієнта, потрібно розробити спеціальний обліковий документ, записаний в комп'ютерній базі даних. В комп'ютерну базу вносять ознаки, які реєструються на кожну одиницю спостереження: персональні дані кожного пацієнта, анамнез, захворювання, тощо за висновками лікаря.

У базу також потрібно занести всі параметри щодо:

- місцезнаходження діагностичного дослідження, тобто координати місцевості,
- атмосферні умови, зокрема дрейф тиску,
- загальний рівень сонячного опромінення,
- загальний радіаційне тло,
- температурні показники, зокрема їх дрейф,
- дрейф потужності гравітаційного поля,
- рівень акустичних полів,
- можливий напрямок градієнту гравітаційного поля,
- час доби проведення діагностики та лікування.

Окрім того, в окремий модуль занесені інформаційні образи фармакологічних речовин у вигляді їх спектрів для подальшого порівняння із плінним значенням та інформаційні образи фізичних випромінювань лікувально-діагностичних модулів системи на рівні спектрів.

Для більш повної характеристики явищ групування за однією ознакою буває недостатньо. Для того, щоб розкрити взаємозв'язки та більш повно

охарактеризувати типи явищ, проводиться комбінаційне групування за двома чи більше ознаками, взятим у поєднанні.

Змістом другого етапу статистичного дослідження є:

- збирання матеріалу;
- поточний контроль реєстрації.

Поточний контроль реєстрації може проводитись при формуванні комп'ютерної бази даних.

На третьому етапі дослідження проводиться:

- шифрування матеріалу за ознаками, що підлягають обліку;
- розподіл одиниць спостережень на однорідні групи;
- підрахунок по групах та зведення в базі даних;
- розрахунок похідних величин.

Заключна стадія дослідження - це аналіз, інтерпретація та порівняння даних. Аналіз проводиться на основі порівняння даних з контрольною групою, з існуючими нормативами, з середніми рівнями в регіонах, зі стандартами, з даними інших закладів, оцінюється також їх динаміка стану пацієнта під впливом польових структур модулів діагностично-лікувальної системи.

На підставі проведених досліджень робиться висновок щодо можливості застосування модулів у діагностично-лікувальному процесі та визначення критичних випадків застосування лікувальних засобів та дії сторонніх польових структур.

4.9. Алгоритми дії інформаційної системи інтегрованої діагностики

Інформаційна технологія діагностики запропонована для уникнення можливих негативних наслідків застосування комплексів лікувальних засобів, які складаються із сумісного впливу фармакологічних речовин і фізичних полів лікувальних та діагностичних модулів. При цьому, як було показано у попередніх підрозділах, утворюються перехресні зв'язки польових структур

об'єктів, що характеризують взаємодії об'єктів у складних біотехнічних системах.

Визначення характеристик плинного стану БТО, що знаходиться під впливом цих лікувальних засобів, коригування режимів модулю впливу на БТО в разі виникнення критичних ситуацій, уникнення суб'єктивних рішень лікаря при визначенні стану БТО та призначення необхідних засобів лікування обумовлює багатофункціональність пропонуємої системи. Застосування цих засад у практиці вимагає створення алгоритмів роботи системи для автоматизації отримання результатів.

Здебільшого відомі наразі системи, як було показано у розділі 1, використовують для діагностування лише статистичні дані з можливих варіантів існуючих типів анамнеза, на підставі аналізу яких надають заключення щодо наявності певного захворювання. Безсумнівно, цей індивідуальний параметр пацієнта впливає на визначення можливих патологій, але він не є достеменним. Запропонована інформаційна технологія враховує низку таких параметрів, характер яких було наведено у розділах 2, 3 та п.п. 4.1 – 4.8. Тому ретельно проведена діагностика захворювання повинна враховувати ці залежності.

У базу даних блока обробки інформації системи заносять наступні параметри, які надалі використовують для визначення інформаційного образу конкретної ситуації діагностування плинного стану пацієнта:

- координати місцезнаходження обладнання,
- градієнти гравітаційних параметрів польових структур визначеної місцевості,
- дрейф потужності гравітаційного поля,
- час доби проведення діагностики та/або лікування,
- температурні показники, значення дрейфу показників,
- показники атмосферного тиску, зокрема дрейфу показника,
- рівень акустичних полів,
- рівень сонячного оптичного тла,

- рівень радіаційного тла,
- параметри нормальної траєкторії рухів,
- інформаційні образи фармакологічних речовин на рівні спектрів,
- інформаційні образи фізичних випромінювань лікувально-діагностичних модулів системи на рівні спектрів тощо.

Загальний алгоритм функціонування автоматизованої системи, що реалізує інформаційну технологію інтегрованої діагностики наведено на рис. 4.37.

Робота інформаційної системи інтегрованої діагностики починається з введення індивідуальних даних про пацієнта, вводяться стать, вік, загальний діагноз для визначення необхідних залежностей тощо. Пацієнту, наприклад, призначено опромінювання з метою лікування та вживання певних фармакологічних препаратів. У цьому випадку необхідно спостереження за його плинним станом під час проведення лікувальної процедури, визначення його реакцій на зовнішні інтегровані подразники. При цьому необхідним є прийняття рішення про подальше продовження цієї процедури, тощо.

Вводяться наступні комплексні дані, за якими необхідно плинне спостереження для висновку про стан даного БТО, в тому числі значення критеріїв критичних ситуацій, а також межові значення параметрів відчутників випромінювань, котрі знаходяться у контакті із масою (поверхнею, об'ємом тощо) БТО під час проведення маніпуляцій.

Окрім того, вводяться критичні показники спектральних функцій взаємодії БТО із зовнішніми подразниками, що визначає можливість продовження процедури діагностики та/або лікування, можливість знаходження пацієнта під впливом опромінювань, додаткових фармакологічних препаратів або їх сумісної дії.

Водночас, важливого значення набувають показники впливу зовнішніх подразників, сутність яких було наведено у попередніх розділах. Отже, перевищення цих критеріїв, а також визначені відхилення від постійного рівня

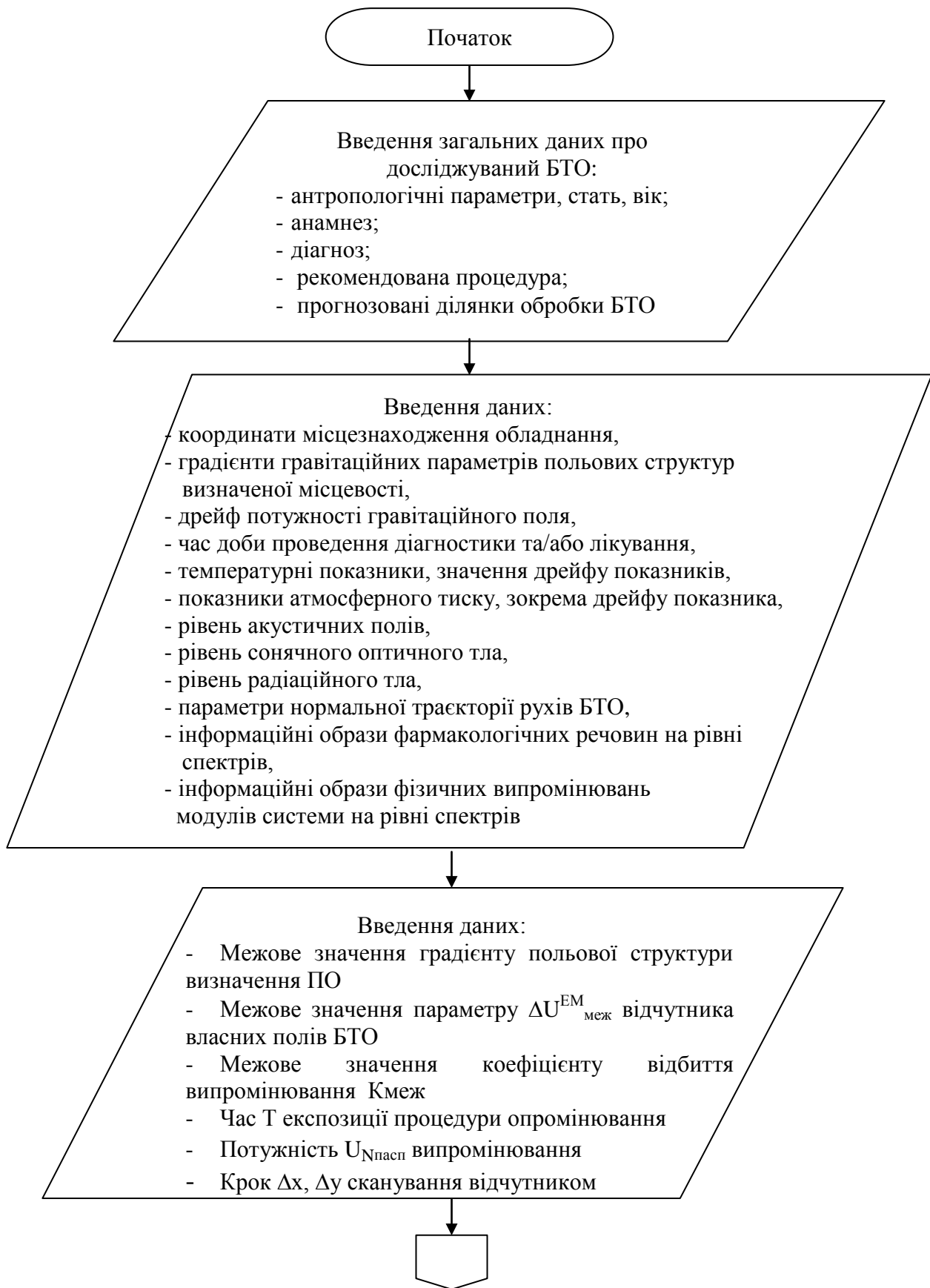


Рисунок 4.37 - Загальний алгоритм функціонування інформаційної системи інтегрованої діагностики (аркуш 1)

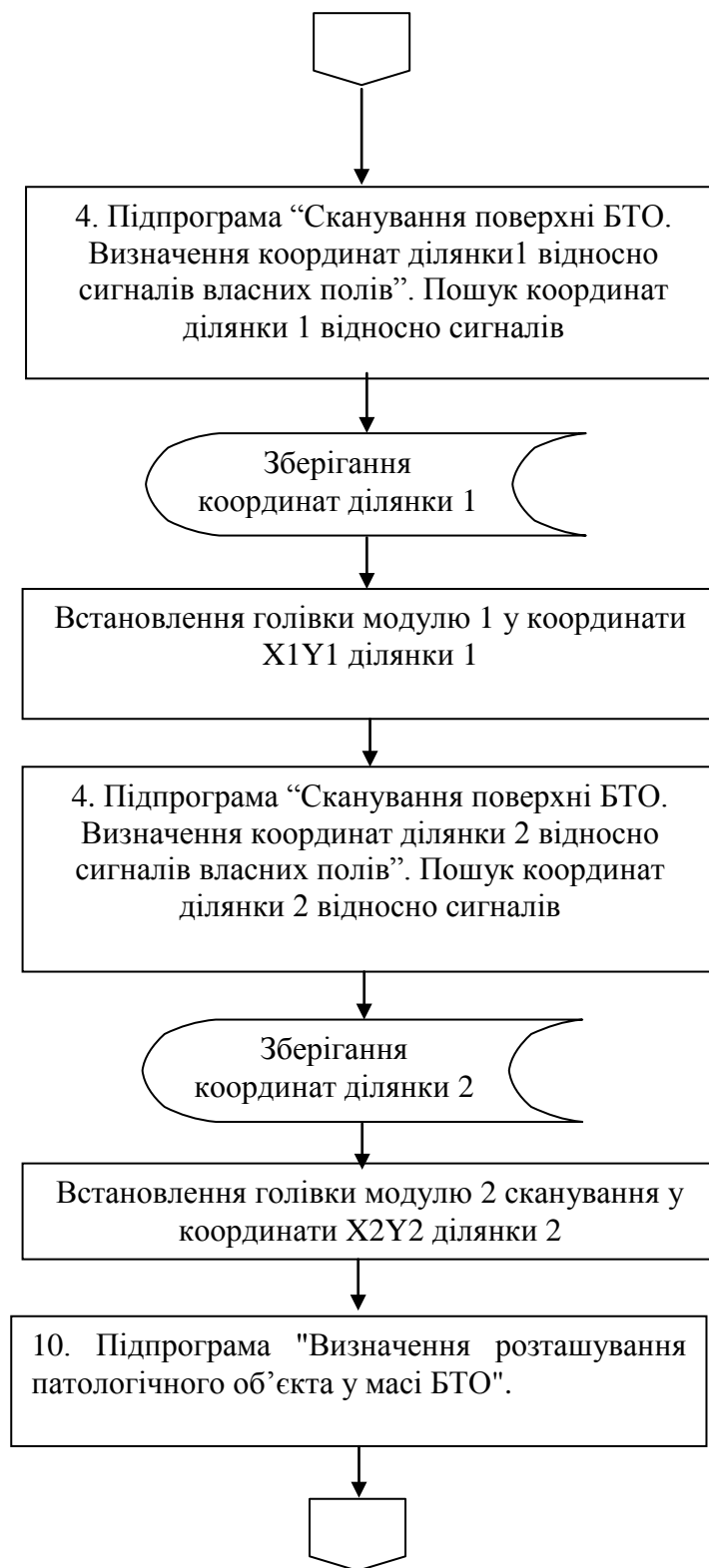


Рисунок 4.37 - Загальний алгоритм функціонування інформаційної системи інтегрованої діагностики (аркуш 2)



Рисунок 4.37 - Загальний алгоритм функціонування інформаційної системи інтегрованої діагностики (аркуш 3)

сигналу в окремих ділянках досліджуваного об'єкту, визначає патологію поверхні, активізацію параметрів об'єкту, що потрібно визначати у практиці. Зображення на виході модулю обробки чутника доцільно поліпшувати у тих випадках, коли потребує цього необхідність деталізації окремих ділянок.

Наведені алгоритми обумовлюють визначення стану досліджуваного об'єкту згідно вимірюваних характеристик польових структур ЕМВ та згідно напрацьованих критеріїв, з якими порівнюють зареєстровані сигнали.

Для точного пошуку ділянок обробки маси БТО здійснюють сканування визначеної поверхні організму (рис. 4.37). Виконується процедура визначення координат ділянки відносно сигналів польових структур власних полів досліджуваного БТО.

Пошук координат ділянки відносно інформаційних сигналів здійснюється на принципах умовного торкання об'єктів на підставі принципів тонкого торкання об'єктів [40, 45]. Після того, як визначено координати $X_i B Y_j b$ ділянки БТО, здійснюється занесення отриманих результатів до масиву координат.

Необхідною також є функція обрахування вектору градієнту розподілу польової структури БТО з метою знаходження координат ПО у масі досліджуємого об'єкта за допомогою модулю відчутників випромінювань, що може застосовуватися у інтегрованій системі. Величина отриманого сигналу визначає координати ПО та тим самим формує команду на його знаходження в загальній масі БТО.

Алгоритм знаходження координат розташування ПО на визначеній ділянці БТО наведено на рис. 4.38.

Визначення сумісності БТО з фізичними полями випромінювань модулів діагностичної інтегрованої системи та з фармакологічними речовинами, які додатково вводять пацієнту на визначену ділянку організму може проводитись за алгоритмом, наведеним на рис. 4.39.

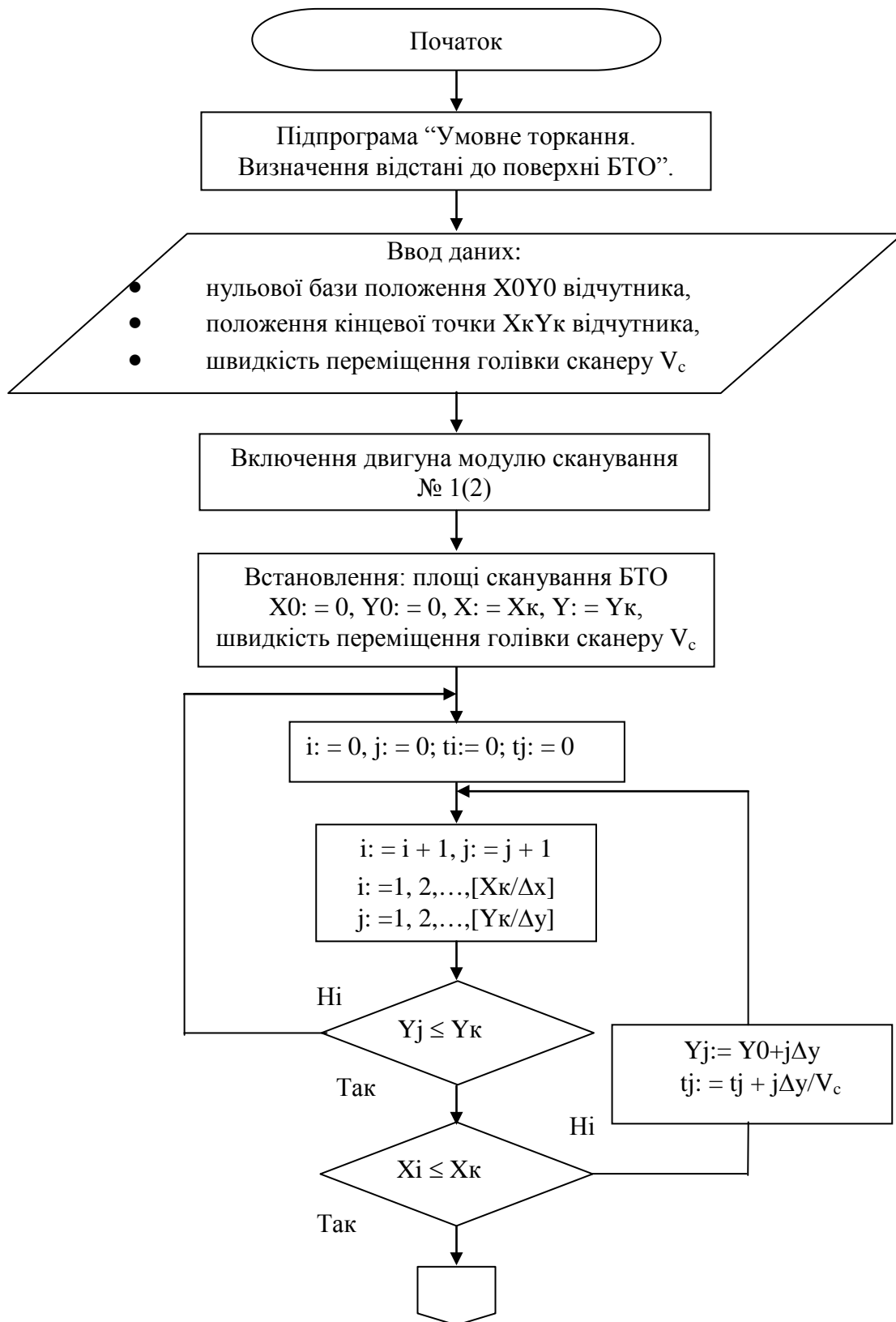


Рисунок 4.37 - Алгоритм визначення координат ділянки БТО (аркуш 1)

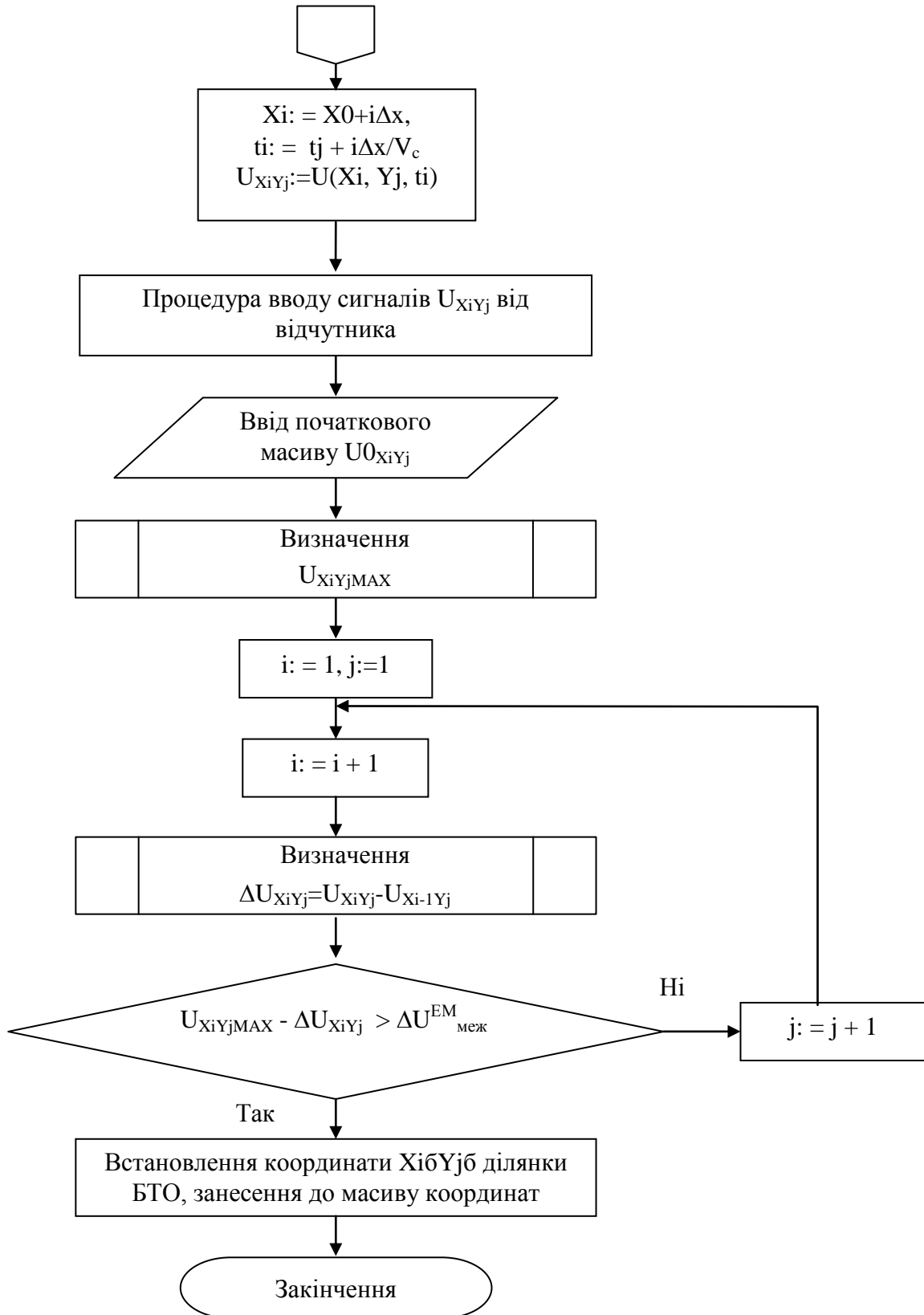


Рисунок 4.37 – Алгоритм визначення координат ділянки БТО (аркуш 2)

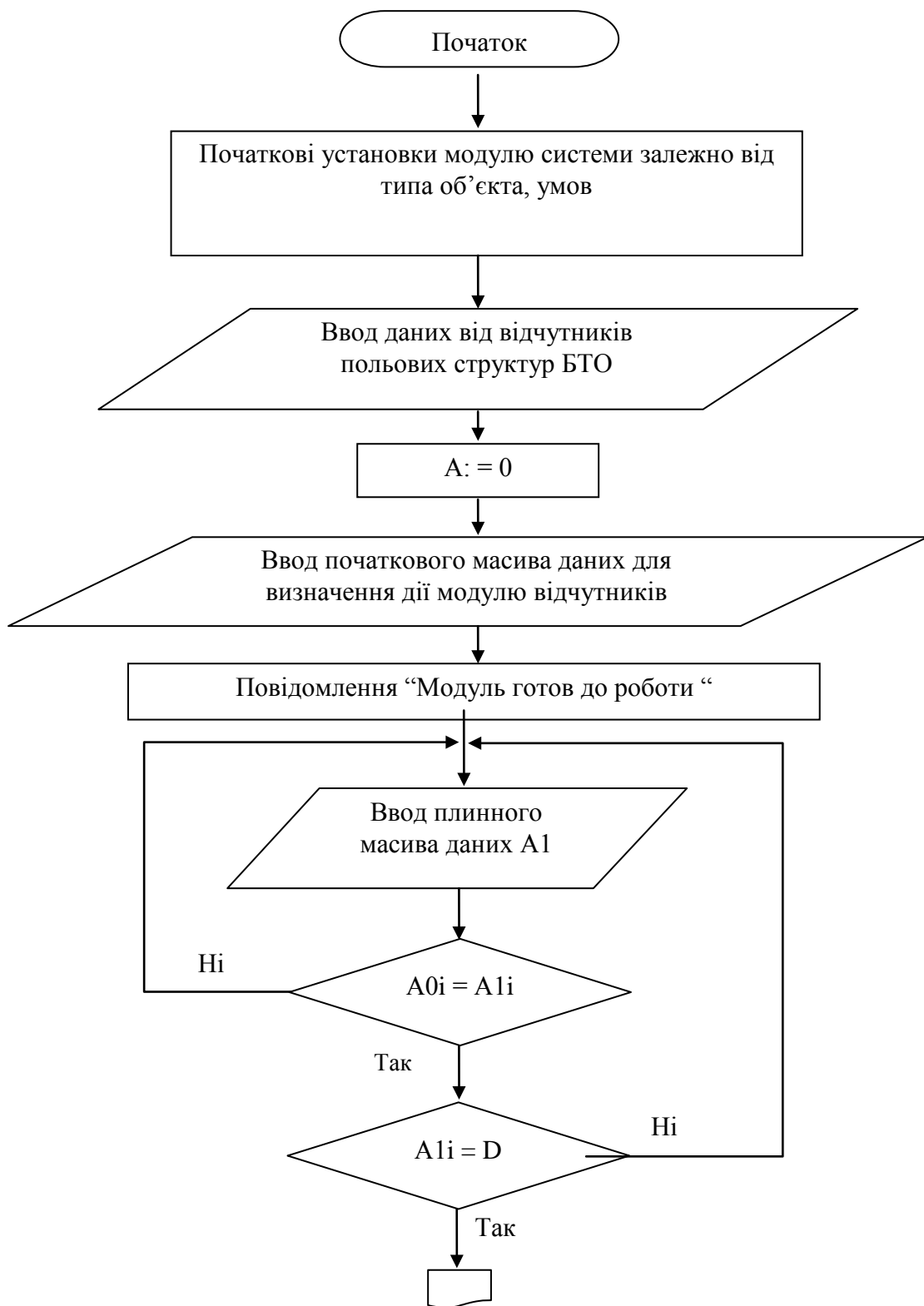


Рисунок 4.38 – Алгоритм визначення розташування патологічного об'єкта у масі БТО (аркуш 1)

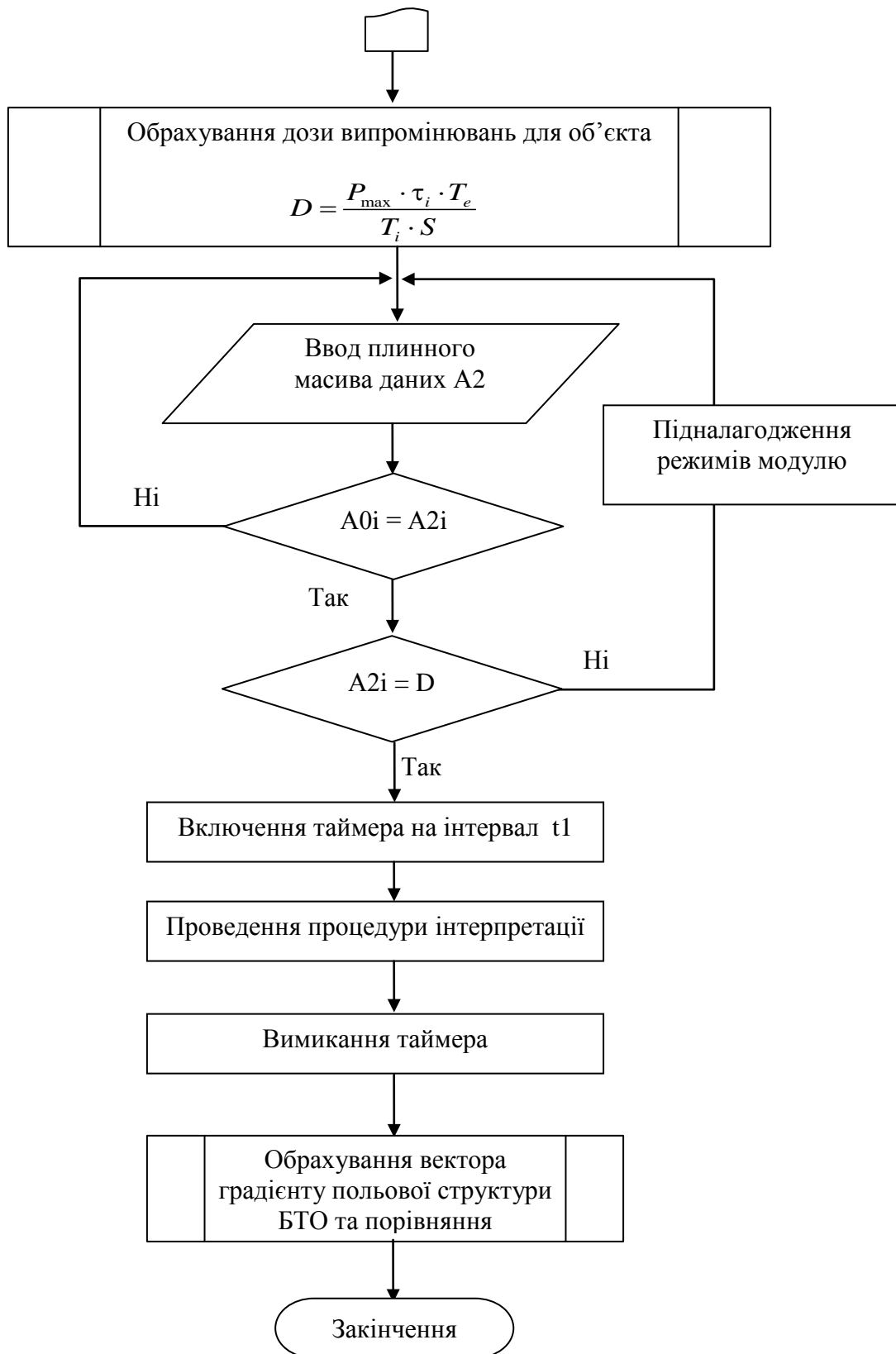


Рисунок 4.38 – Алгоритм визначення розташування патологічного об'єкта у масі БТО (аркуш 2)

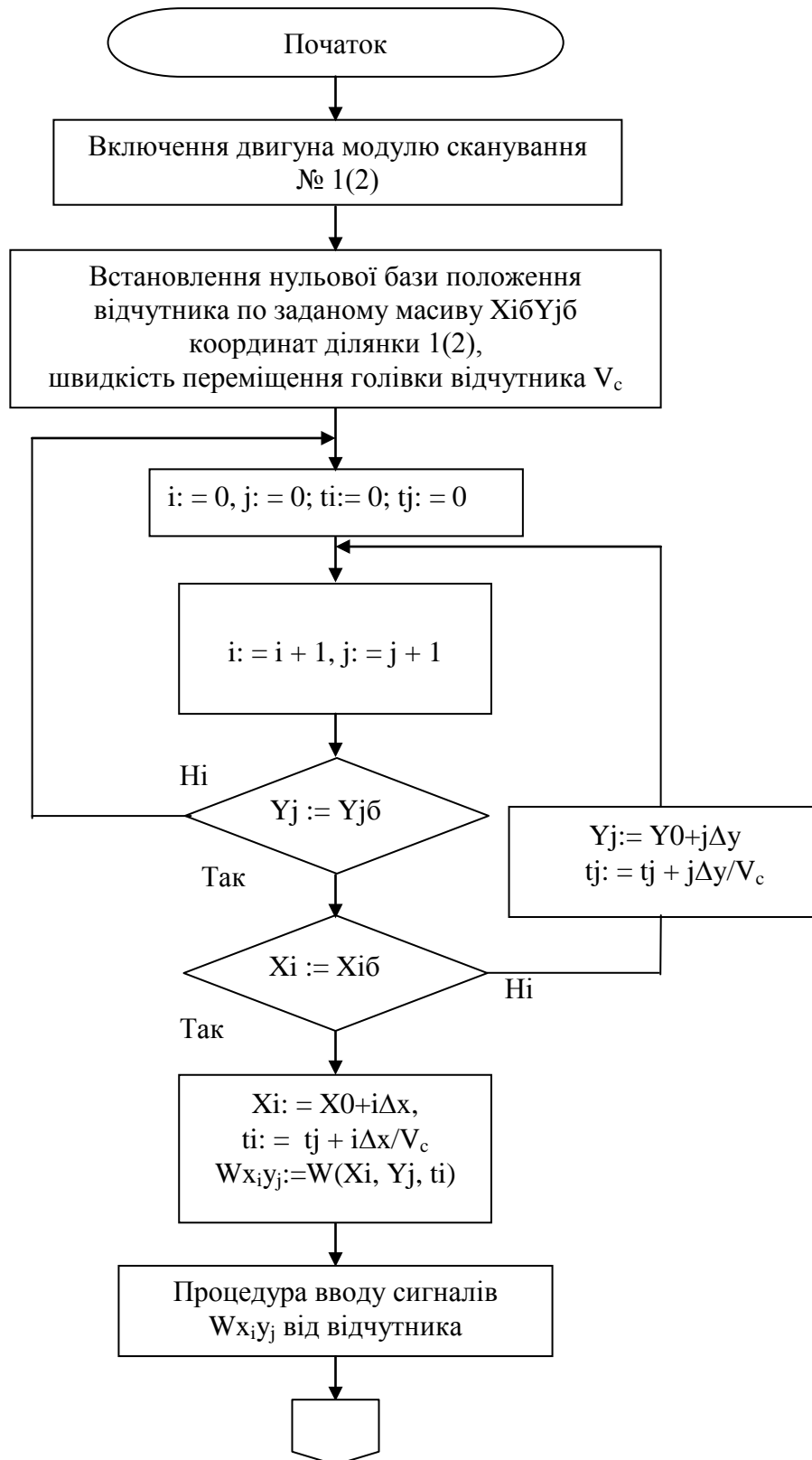


Рисунок 4.39 - Алгоритм визначення сумісності БТО із фізичними полями випромінювань модулів системи та з фармакологічними речовинами (аркуш 1)

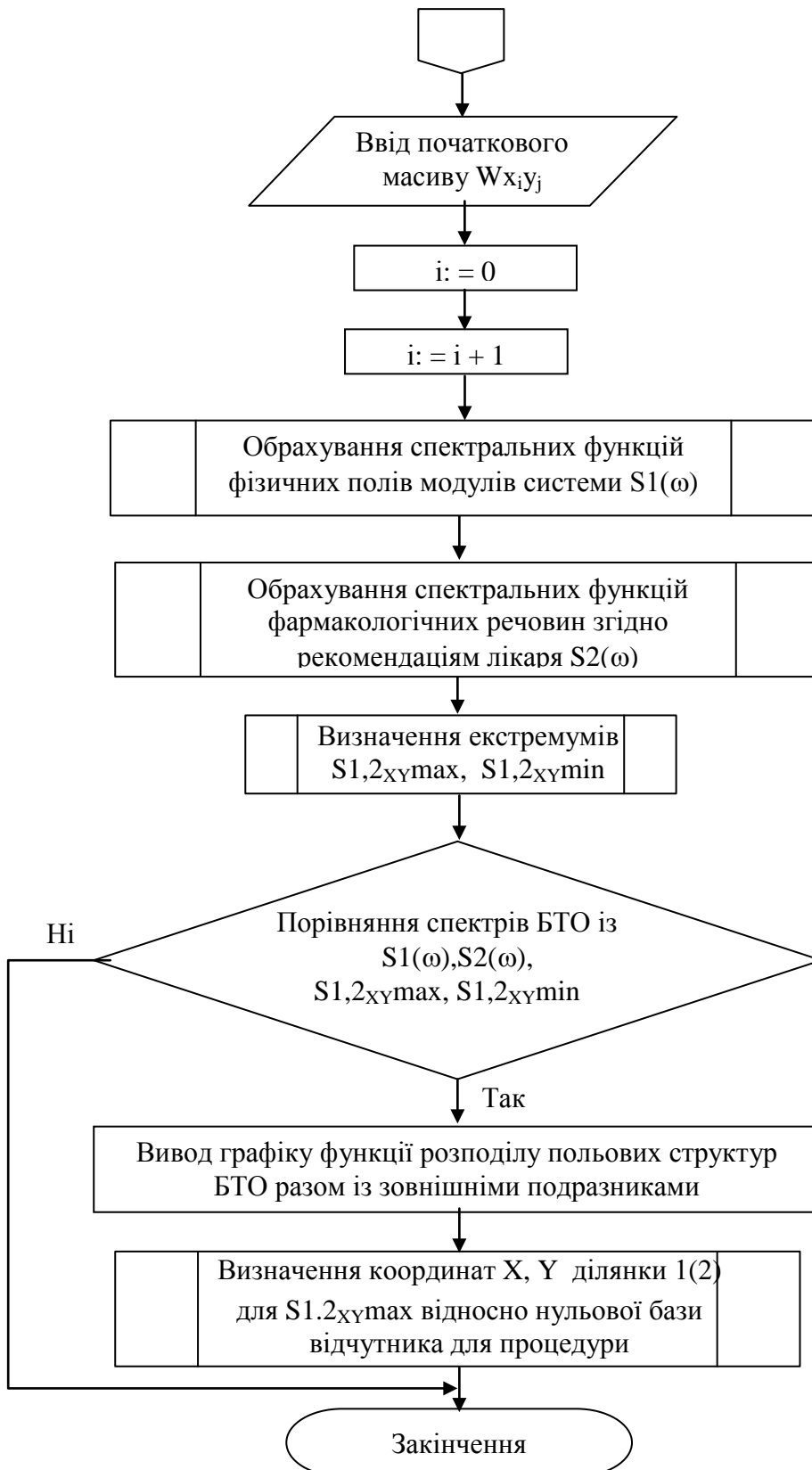


Рисунок 4.39 - Алгоритм визначення сумісності БТО із фізичними полями випромінювань модулів системи та з фармакологічними речовинами (аркуш 2)

Отже, визначення зміни параметрів польових структур об'єктів щодо їх спектральних параметрів при їх взаємодії з модулями діагностично-лікувальної системи, а також із введеними або нанесеними на поверхню об'єкта фармакологічними речовинами під час проведення процедури є необхідним етапом роботи системи. Він надає можливості визначитись із вірністю обраних рішень лікарем та уникнути негативних наслідків впливу зовнішніх подразників на пацієнта. Окрім того, це є оптимальна технологія інтегрованої діагностики, оскільки дозволяє отримувати дані про реальний стан досліджуваного БТО, оптимізувати згідно показників зовнішніх полів Землі призначені процедури для уникнення передозування організму пацієнта фармакологічними речовинами та фізичними полями випромінювань з огляду на термодинамічні зрушення в біологічних структурах БТО.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

1. Створено принципи побудови інформаційно-діагностичної лікувальної системи, яка у своєму підґрунті має концептуальні засади побудови основних типів відчутників польових структур зовнішнього впливу на біотехнічні об'єкти.
2. Запропоновано загальну модульну структуру побудови інформаційно-діагностичної лікувальної системи стосовно визначення сумісності фармакологічних речовин та їх фізичного впливу на властивості стану живого об'єкта.
3. Створено технічні рекомендації застосування відчутників різного типу при взаємодії із біологічними та біотехнічними об'єктами у загальному обсязі.
4. Викладено методику застосування медичних засобів впливу на біотехнічний об'єкт та діагностики стану біологічних структур об'єктів.
5. Створено аналітичні залежності та критерії оцінювання змін сумісних зон присутності об'єктів, які надають можливості застосування засобів лікувального впливу світловим електромагнітним випромінюванням і діагностики.
6. Розглянуто загальну векторну діаграму та аналітичні моделі впливу польових структур лікувальних засобів на біотехнічні об'єкти, які визначають перехресні інтеграційні зв'язки при інформаційній технології діагностики та лікування.
7. Створено векторне обґрунтування критичних ситуацій взаємодії абстрактної сутності та зовнішніх полів і визначено аналітичні моделі спектральних функцій взаємодії біологічних і біотехнічних об'єктів із зовнішніми подразниками.
8. Запропоновано програму досліджень параметрів впливу інформаційно-діагностичної лікувальної системи, за допомогою котрої можна визначати можливість негативного впливу зовнішніх подразників на БТО.

9. Розроблені алгоритми дії інформаційно-діагностичної лікувальної системи відхилення плинних БТО параметрів від нормально статичних параметрів надають можливість визначитися з окремими порушеннями нормального протікання процесів та напрямками їх розвитку. Окрім того, показують напрямок визначення зміни параметрів польових структур об'єктів щодо їх спектральних параметрів при їх взаємодії з модулями діагностично-лікувальної системи, а також із введеними або нанесеними на поверхню об'єкта фармакологічними речовинами під час проведення процедури.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На підставі проведених досліджень сучасних методів і засобів лікувального впливу та діагностики, що найбільш наразі застосовані у клінічній практиці, визначено класифікацію методів та технічних засобів, які призначені для лікувального впливу та діагностики стану біологічних (біотехнічних) об'єктів.
2. Обґрунтовано загальну концепцію взаємодії біологічних і біотехнічних об'єктів на засадах спектрального аналізу зон їх присутності, а також інформаційних властивостей панданних зон біологічних і біотехнічних об'єктів як абстрактної сутності, аналітично визначено критичні обмеження панданної зони об'єкта, що необхідно для побудови нової інформаційної технології діагностики та лікування. Проведено аналітичне моделювання спектральної функції взаємодії абстрактної сутності із навколишнім середовищем та досліджено залежності стабільності у часі спектральної функції БТО під дією зовнішніх подразників.
3. Обґрунтовано теоретичні засади взаємодій лікувальних засобів із біологічними та біотехнічними об'єктами. Розроблено загальні аналітичні моделі спектральної функції лікарських засобів, на підставі яких обґрунтовано класифікацію лікарських засобів за ознаками спектральної функції, яка визначає напрямок спрямування лікарських засобів як у часі, так і на конкретну частину організму. Досліджено критичні випадки дії абстрактного лікувального засобу на біотехнічний об'єкт, що є необхідним при вживанні фармакологічної речовини, а також їх комбінацій.
4. Розглянуто інформаційні ознаки польових структур існування біотехнічних об'єктів у навколишньому середовищі при взаємодії із зовнішніми подразниками. Визначено основні польові структури, що впливають на життєвий цикл БО, БТО. Обґрунтовано низку польових

структур, у яких система БТО перебуває на поверхні земної кулі, для подальшого їх використання в інформаційній технології діагностики та лікування.

5. Створено принципи побудови та структуру реалізації інформаційно-діагностичної лікувальної системи, яка у своєму підґрунті має концептуальні засади побудови основних типів відчутників польових структур зовнішнього впливу на біотехнічні об'єкти. Розглянуто загальну векторну діаграму та аналітичні моделі впливу польових структур лікувальних засобів на біотехнічні об'єкти, які визначають перехресні інтеграційні зв'язки при інформаційній технології діагностики та лікування.
6. Запропоновано програму досліджень параметрів впливу інформаційно-діагностичної лікувальної системи, за допомогою котрої можна визначати можливість негативного впливу зовнішніх полів, фармакологічних речовин тощо на БТО. Розроблено алгоритми дії інформаційно-діагностичної лікувальної системи відхилення плинних БТО параметрів від нормально статичних параметрів, які надають можливість визначитись із вірністю обраних рішень лікарем та уникнути негативних наслідків впливу зовнішніх подразників на пацієнта.
7. Створено засади інформаційної технології інтегрованої діагностики, яка дозволяє отримувати дані про реальний стан досліджуваного БТО, оптимізувати згідно показників зовнішніх полів, призначені процедури для уникнення передозування організму пацієнта фармакологічними речовинами та фізичними полями випромінювань з огляду на термодинамічні зрушення в біологічних структурах БТО.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Фізичні методи в лікуванні та медичній реабілітації хворих та інвалідів / І. З. Самосюк, М. В. Чухраєв, С. Т. Зубкова та інш.; під ред. І. З. Самосюка. – К.: Здоров'я, 2004. – 624 с.
2. Сосин И. Н. Клиническая физиотерапия. – К.: Здоров'я, 1996. – 623 с.
3. Дастжерді А. Х. М., Ключко Т. Р. Системне уявлення фоторегенерації структур організму // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2012. - Вип. 44. – С. 153 – 159.
4. Рассохин В.Ф. Лазерная терапия в неврологии: монография. – К.: Здоров'я, 2001. – 128 с., ил.
5. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением. Москвин Сергей Владимирович. Тула, спец. ВАК 05.13.01, д-р биол. наук, 2008.
6. Ключко Т.Р. Стимуляція регенерації біологічних структур випромінюванням фізіотерапевтичних приладів серії «ПРОМІНЬ» / А.Х.М. Дастжерді, В.І. Скицюк, Т.Р. Ключко та інш. // Фотобіологія та фотомедицина. - 2010. - № 3(4). – С. 102-105.
7. Голопура С. І. Експериментальні дослідження впливу інтегрованого когерентного випромінювання на показники крові телят / С. І. Голопура, О. О. Скиба, Дастжерді А.Х.М. та інш. // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2011. – Вип. 41. – С. 161-167.
8. Тимчик Г.С. Інтегровані фізіотерапевтичні системи ТОНТОР: монографія / Г.С. Тимчик, В.І. Скицюк, Т.Р. Ключко. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 216 с., іл.
9. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем: Справочник. – К.: Наукова думка, 1977.
10. Математическое моделирование биологических процессов: Материалы IV школы по математическому моделированию / Отв. ред. Молчанов А.М. . – М.: Наука, 1979.

11. Юсупов Г.А. Энергоинформационная медицина. – М.: ИД «Московские новости», 2000. – 336 с.
12. Пат. 38906 Україна. Універсальний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Осадчий О.В., Рудик В.Ю., Стельмах Н.В. – Заявка u200810061; заявл. 04.08.2008; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2.
13. Пат. 40266 Україна. Багатофункціональний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Перунін Р. – Заявка u200813838; заявл. 01.12.2008; опубл. 25.03.2009, Бюл. № 6.
14. Пат. 53876 Україна. Автоматизований багатофункціональний пристрій для ультразвукової терапії / Терещенко М.Ф., Кирилова А.В. - u201003416; заявл. 24.03.2010; опубл. 25.10.2010, Бюл. № 6.
15. Яненко О.П. Мікрохвильова терапія: апаратне забезпечення та технології лікування / О.П. Яненко, С.М. Перегудов, І.В. Федотова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2010. – Вип. 40. – С. 151 – 159.
16. Ситько С.П. Аппаратурное обеспечение современных технологий квантовой медицины / С.П. Ситько, Ю.А. Скрипник, А.Ф. Яненко ; под общ. ред. С.П. Ситько. – К. : ФАДА, ЛТД, 1999. – 199 с.
17. Сборник методических рекомендаций и нормативных актов микроволновой резонансной терапии / Биняшевский Э.В., Грубник Б.П., Дерендяев С.А. и др. – К.: Обериг, 1997. 127 с.
18. Яненко О.П. Електронна апаратура лікувально-діагностичних технологій : навчальний посібник / О.П. Яненко, В.П. Куценко, С.М. Перегудов. – Донецьк : ІППІ «Наука і освіта», 2011. – 212 с.
19. Перегудов С.Н. Применение низкотемпературных генераторов шума в практической медицине / С.Н. Перегудов, Е.Н. Горбань, Б.П. Грубник и др. // Український журнал медичної техніки і технологій. – 2005. – № 1-2. – С.16 – 23.
20. Коробов А. М. и др. Фотонный полихромный аппарат «Барва-ПХ/252У» для профилактики наиболее распространенных заболеваний дошкольников,

- школьников и студентов // Фотобіологія та фотомедицина. – 2009. - № 1. – С. 78-81
21. Дастжерді А.Х.М. Стимуляція регенерації біологічних структур випромінюванням фізіотерапевтичних приладів серії «ПРОМІНЬ» / А.Х.М. Дастжерді, Т.Р. Ключко, В.І. Скицюк, С.І. Голопура // Фотобіологія та фотомедицина. - 2010. - № 3(4).
22. Москвин С. В. Основы лазерной терапии: монография / С. В. Москвин, В. А. Буйлин. – М. – Тверь : ООО Изд-во «Триада», 2006. - 256 с.
23. Гейниц А.В. Внутривенное лазерное облучение крови / А. В. Гейниц, С. В. Москвин, Г. А. Азизов. – М. - Тверь : ООО «Издательство «Триада», 2006. – 144 с.
24. Петросян В. И. Роль резонансных молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем / В. И. Петросян, Н. И. Сеницын, В. А. Елкин и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. – 2001. – № 5 - 6. – С. 62 – 129.
25. Ключко Т. Р. Резонансные процессы при взаимодействии биотехнических объектов / Т. Р. Ключко, В. И. Скицюк, А. И. Андриенко. / 9-я Международная научно-техническая конференция «Quantum Electronics» (QE'2013), 2013 г., Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь.
26. Ключко Т. Р. Физиотерапевтический метод комплексного воздействия на рубцовые ткани БТО / Т. Р. Ключко, А. Х. М. Дастжерді, В. Ф. Рассохин // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. - 2006. – Вип. 32. – С. 140 -147.
27. Патент № 61013 на корисну модель Україна, МКП А61N 5/06. Спосіб профілактики і лікування рубцевих утворень / Скицюк В.І., Ключко Т.Р., Дастжерді А.Х.М. Заявл. 05.11.2010. Опубл. 11.07.2011. Бюл. № 13.
28. Куценко В.В. Фотодинамическая терапия злокачественных опухолей / В.В. Куценко, Н.Ф. Гамалея // Онкология. – 2003. – Т.5, №1. – С. 69-72.

- 29.Зыкин Б.И. Эластография: анатомия метода / Б.И. Зыкин, Н.А. Постнова, М.Е. Медведев // Променева діагностика, променева терапія — 2012. — № 2-3. — С. 107 - 113.
- 30.Bai M. et all., Virtual touch tissue quantification using acoustic radiation force impulse technology: initial clinical experience with solid breast masses // J. Ultrasound Med., 2012, 31, 2, 289-94
- 31.Chang J. Breast Mass Evaluation: Factors Influencing the Quality of US Elastography/ Chang J. et all. // Radiology. — 2011. — P. 259-264.
- 32.Navarro B. Role of Elastography in the Assessment of Breast Lesions: Preliminary Results / B.Navarro et all. //JUM. — 2011. — Vol. 30, № 3. — P. 313-323.
- 33.Францевич К. А. Соноеластографія як методика в алгоритмі діагностики патологічних утворень грудної залози // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія Приладобудування. – 2013. – Вип. 45. – С. 180 – 190.
- 34.Францевич К. А. Можливості магнітного резонансу в візуалізації колатерального кровообігу // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2007. – Вип. 34. – С. 337 -148.
- 35.Коломієць Р.О. Генератор для газорозрядної візуалізації сукупної польової структури біологічних об’єктів // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2005. – Вип. 30. – С. 337-148.
- 36.Бецкий О.В. Биофизические эффекты волн терагерцового диапазона и перспективы развития новых направлений в биомедицинской технологии: терагерцовая терапия и терагерцовая диагностика / О.В. Бецкий, А.П. Креницкий и др.// Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2003. - № 12. - С.3-6.
- 37.Холін В. В. Методи контролю динаміки вмісту фотосенсибілізатора в пухлинній тканині за допомогою спектрометричної техніки / В. В. Холін, О. М. Чепурна, П. В. Єрмак та інш. // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2013. - Вип. 45. – С. 190-197.

- 38.Денисов М. О. Алгоритм реалізації незображуючих волоконно-оптичних систем для мінімально інвазивної клінічної медицини // Вісник НТУУ “КПІ”. Серія ПРИЛАДОБУДУВАННЯ. – 2011. – Вип. 42. – С. 338-145.
- 39.Скицюк В.І. Поняття технологічної крапки (точки) у надточних системах вимірювання // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2007. – № 33. – С. 164 – 170.
- 40.Тимчик Г.С., Скицюк В.І., Клочко Т.Р. Польові структури біотехнічних систем: монографія. - К.: НТУУ «КПІ», 2013. - 384 с.
- 41.Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – 13-е изд., исправл. – М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1986. – 544 с.
- 42.Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики / Отв.ред. В.К.Тартаковский. – К.: Наукова думка, 1989. – 864 с.
- 43.Чутники електромагнітного випромінювання біотехнічних об’єктів : монографія / Г.С.Тимчик, В.І.Скицюк, М.А.Вайнтрауб, Т.Р.Клочко. – К. : Леся, 2004. –64 с., іл.
- 44.Епифанов В.В. Физика твёрдого тела. - М.: Высшая школа.– 1965. – 276 с.
- 45.Тимчик Г.С. Фізичні засади технології ТОНТОР: Монографія / Г.С.Тимчик, В.І.Скицюк, М.А.Вайнтрауб, Т.Р.Клочко. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. – 352 с., іл.
- 46.Павловський М.А. Теоретична механіка: монографія. – К.: Техніка, 2002. – 512 с.
- 47.В.І. Скицюк, Т.Р.Клочко. Медико-біологічні аспекти теорії ТОНТОР // Вісник НТУУ «КПІ». Приладобудування. –2003. -№ 25. –С.139-146.
- 48.Скицюк В.І., Клочко Т.Р., Яковенко І.О. Застосування понять теорії ТОНТОР для визначення взаємодії польових структур біотехнічних об’єктів / VII міжнар. наук.-техн. конфер. ПРИЛАДОБУДУВАННЯ :2008: стан і перспективи, 22- 23 квітня 2008 р. – К.: НТУУ “КПІ”.– С.189-190.

- 49.Атабеков Г.И. Основы теории цепей: монография. – М.: Энергия, 1966. – 424 с.
- 50.Diane R. Romac, Timothy E. Albertson. Взаимодействие лекарственных средств в практике интенсивиста: Электронный ресурс
- 51.Харкевич Д.А. Фармакология: учебн. для вузов. Изд. 8 – е, перераб., дополн. и исправл. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 736 с. : илл.
- 52.Маделунг Э. Математический аппарат физики. Справочное руководство [Текст]. – М: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1960. – 620 с.
- 53.Курс гравиразведки [Текст] / М.Е. Абельский, Б.А. Андреев, В.Э .Голомб, Н.Н. Самсонов. – М.: Гос. науч.-тех. изд. лит. по геологии и охране недр, 1954, – 360с.
- 54.Снітинський В.В. Грунтознавство з основами агрохімії та геоботаніки: Навч. посібник. 2-ге вид., випр. й доп. [Текст] / В.В. Снітинський, В.Ф. Якобенчук. – Львів: Аверс, 2006. - 312 с.
- 55.Ярошенко П.Д. Геоботаника. Пособие для студентов педвузов [Текст]. – М: "Просвещение", 1969, – 200 с. с ил.
- 56.Курс геофизических метод разведки нефтяных месторождений [Текст] / Л.В.Сорокин, В.О. Урысон, Л.А. Рябинкин, В.А. Долицкий. – М.: Гос. науч.-тех. изд. нефтяной и горно-топливной литературы, 1950. – 476 с.
- 57.Ремизов Л.Т. Естественные радиопомехи. – М.: Наука, 1985. – 200 с. – С.32-39.
- 58.Волин М.Л. Паразитные процессы в радиоэлектронной аппаратуре. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: “Радио и связь”. – 1981. – 296 с.
- 59.Поле излучения Земли как планеты: монография / К.Я. Кондратьев, О.А. Авасте, М.П. Федорова, К.Э. Якушевская. – Л. : Гидрометеорологическое изд-во, 1967. – 212 с.
- 60.Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. – М.: Наука, Главн. ред. физ.-мат. литер., 1980. – 752 с., илл.

- 61.Шпара Т.Е. Техническая эстетика и основы художественного конструирования : уч. пособие. – К. : Вища школа, 1978. – 242 с.
- 62.Клочко Т.Р. Терапевтическое влияние когерентности электромагнитных полей на биологические структуры// Материалы 19-я Междунар. Крымской конфер. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии».– Севастополь: Вебер, 2009. – Т.2. – С. 889-890
- 63.Патент 84335 на корисну модель, Україна, МПК⁷ 7 А61В 5/00. Спосіб комплексної діагностики / Клочко Т.Р., Скицюк В.І. Заявка № u201310316. Заявл. 21.08.2013. Опубл. 10.10.2013. Бюл. № 19.
- 64.Скицюк В.І., Вайнтрауб М.А. Межі застосування ризику як об'єкту налагодження приладу (Частина І). // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2008. – № 35. – С. 166 – 172.
- 65.Skytsiouk V.I., Klotchko T. R. Skin effect of biotechnical objects at diagnostic and medical equipment, Microwave & Telecommunication Technology, 2012, Vol. 2, С. 973-974. (IEEE Xplore)
- 66.Дирак П.А.М. Принципы квантовой механики. – М.: ИЛ, 1960. - 364 с.
- 67.Дастжерді А. Х. М., Голопура С.І., Клочко Т.Р., Скицюк В.І. Лікування телят, хворих на диспепсію та бронхопневмонію, з використанням фізіотерапевтичного приладу «ПРОМІНЬ-12» // Фотобіологія та фотомедицина. - 2011. - № 2. – С.43-46.
- 68.Клочко Т.Р. Взаимодействие низкоинтенсивных электромагнитных полей светового диапазона с биологическими объектами // 20-я Междунар. Крымская конфер. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». Материалы конференции. 13-17 сентября 2010 г., Севастополь, Крым, Украина. – Севастополь: Вебер, 2010. – Т.2. – С.1167-1168.
- 69.Klotchko T. R. Formalized model of the zone presence of structures of the biological objects, Microwave & Telecommunication Technology, 2011, Vol.2, С. 1036-1037. (IEEE Xplore)

70. Пери́на Я. Квантовая статистика линейных и нелинейных оптических явлений: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 368 с.; ил.
71. Данилов Ю.А. Лекции по нелинейной динамике: уч. пособие. Изд. 3-е. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 208 с.
72. Tymchik G.S., Bezuglaya, N.V., Bezuglyi, M., A., "Spatial photometry of scattered radiation by biological objects," Proc. SPIE 9032-15, 2013.
73. Skytsiouk V.I., Klotchko T. R. Determination of the coordinates of the pathological zones in the mass of the biological object Microwave & Telecommunication Technology, (IEEE Xplore), 2013. - Vol.2, C. 1083-1084.
74. Ключко Т.Р., Дастжерді А.Х.М., Коваленко Є.О., Карпова І.С., Гетьман К.І., Сащук О.В., Підгорський В.С. Вплив режимів світлового електромагнетного випромінювання на еритроцити барана // Вісник НТУУ „КПІ”. Серія приладобудування. - 2008. - Вип.36. - С.143-150.
75. Скицюк В. І., Ключко Т. Р. Особливості характеристик абстрактних сутностей у процесі їх взаємодії. Частина 2. Гравітаційні польові структури абстрактної сутності // Вісник НТУУ «КПІ». Серія приладобудування. – 2013. - Вип. 46.

Наукове видання

Тимчик Григорій Семенович
Скицюк Володимир Іванович
Клочко Тетяна Реджинальдівна

Інформаційні технології діагностики стану біотехнічних об'єктів

Монографія

*В авторській редакції
Комп'ютерна верстка авторів*

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Свідоцтво про державну реєстрацію: серія ДК № 5354 від 25.05.2017 р.
просп. Перемоги, 37, 03056, м. Київ

Темплан 2017 р., поз. 3-1-006

Підп. до друку 11.07.2017. Формат 60×84¹/₁₆. Папір офс. Гарнітура Times.
Спосіб друку – ризографічний. Ум. друк. арк. 19,99. Обл.-вид. арк. 33,25. Наклад 35 пр.
Зам. № 17-94.

Видавництво «Політехніка» КПІ ім. Ігоря Сікорського
вул. Політехнічна, 14, корп. 15
03056, м. Київ
тел. (044) 204-81-78