

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**  
**Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова**  
**кафедра біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики**



**МАТЕРІЛИ ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ УЧАСТЮ**

**«МЕДИКО-ТЕХНІЧНА СПІВПРАЦЯ ЗАРАДИ ПЕРЕМОГИ: АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ  
МЕДИЧНОЇ, БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»**

**5-6 квітня 2024 року**  
**м.Вінниця**

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**

**Вінницький національний медичний університет  
ім. М.І. Пирогова**

**МАТЕРІАЛИ ІІІ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-  
ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ З МІЖНАРОДНОЮ  
УЧАСТЮ**

**«МЕДИКО-ТЕХНІЧНА СПІВПРАЦЯ ЗАРАДИ  
ПЕРЕМОГИ: АКТУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ МЕДИЧНОЇ,  
БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ»**

**5-6 квітня 2024 року**

**м. Вінниця**

УДК 577.35+004

ISBN 978-617-7417-21-6 (електронне видання)

### **ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР**

Доктор медичних наук, професор, голова вченої ради  
«Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,

**Вікторія ПЕТРУШЕНКО**

### **ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА**

проректор з наукової роботи

ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,  
доктор медичних наук, професор

**Олег ВЛАСЕНКО**

завідувач кафедри біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики  
ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова»,  
доктор технічних наук, професор

**Анатолій КУЛИК**

### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Анатолій ПОВОРОЗНЮК**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Комп'ютерна інженерія та програмування, ЗВО Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

**Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ**, доктор технічних наук, професор кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем «Чернівецький національний університет ім. Ю.Федьковича»;

**Ірина ЖУРАВСЬКА**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії ЗВО «Чорноморський національний університет імені Петра Могили»;

**Володимир ФЕДІВ**, доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри біологічної фізики та медичної інформатики, ЗВО «Буковинський державний медичний університет»;

**Олександр НІКОЛЬСЬКИЙ**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри кафедри біологічної фізики, медичної апаратури та інформатики ЗВО «Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова» (**ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР**)

**Медико-технічна співпраця заради перемоги: Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики.** Матеріали доповідей та виступів III всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю 5-6 квітня 2024 року Вінниця. – Вінниця: Едельвейс. – 230 с.

УДК 577.35+004

ISBN 978-617-7417-21-6 (електронне видання)

Збірник містить матеріали доповідей та виступів учасників III всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Медико-технічна співпраця заради перемоги: Актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики» яка зареєстрована на сайті [Наукові заходи для ЗВО – Інститут модернізації змісту освіти \(imzo.gov.ua\)](http://Наукові_заходи_для_ЗВО_–_Інститут_модернізації_змісту_освіти_(imzo.gov.ua)) в розділі наукові заходи для ЗВО, перелік проведення наукових конференцій з проблем вищої освіти і науки в системі Міністерства освіти і науки України на 2024 рік [ПЕРЕЛІК - Зміни 2024 \(1\).pdf - Google Диск](#) за номером 921. Конференція відбулась в Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова 5-6 квітня 2024 року. У поданих матеріалах висвітлюється широке коло актуальних проблем розвитку теоретичних та практичних аспектів, пов'язаних з використанням технічних засобів та інформаційних технологій в галузях медицини та біології.. Збірник призначено для науковців, викладачів закладів вищої освіти, аспірантів, магістрів, здобувачів, і студентів.

Матеріали подані в авторській редакції. Автори опублікованих матеріалів несуть повну відповідальність за підбір, точність наведених фактів, цитат, даних, власних імен, посилань, грамотність, літературний стиль та інші відомості. Редколегія залишає за собою право скорочувати та редагувати подані матеріали. Рукописи не повертаються. Організатори конференції та члени редколегії не завжди поділяють думки учасників (авторів).

Рекомендовано до друку Вченою радою Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова (протокол № 10 від 31.05.2024 р.)

## ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ



Вінницький національний  
медичний університет  
ім. М.І. Пирогова



Вінницький національний  
технічний університет



Національний медичний  
університет ім.  
О.О.Богомольця



Донецький національний  
університет ім. Василя Стуса

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

**Голова:** Олег Власенко, проректор з наукової роботи ЗВО «ВНМУ ім. М.І. Пирогова», д.м.н., професор

**Члени:** Анатолій КУЛИК, Сергій ПАВЛОВ, Вальдемар ВУЙЦІК, Andrzej Jerzy SMOLARZ, Orken MAMYRBAYEV, Валентина ВАСИЛЕНКО, Роман КВЕТНИЙ, Олександр ЧАЛИЙ, Ольга ДОЦЕНКО, Юрій ТРИУС, Володимир ЛУЖЕЦЬКИЙ, Ірина ЖУРАВСЬКА, Олег АВРУНІН, Наталія ТИТОВА, Юрій ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ, Олександр НІКОЛЬСЬКИЙ.

**Метою конференції** є висвітлення здобутків вчених України при розроблюванні, використанні і впровадженні технічних засобів та інформаційних технологій в галузях медицини та біології.

### Напрями роботи конференції

- Актуальні проблеми біологічної фізики.
- Медична інженерія. Телемедицина.
- Моделювання та комп'ютерна діагностика.
- Захист інформації в медичних інформаційних системах.
- Математичні аспекти в задачах біології та медицини.
- Специфічні питання педагогіки для студентів медичного та біологічного профілю.
- Метрологічне забезпечення медико-біологічного обладнання.
- Отримання, оброблення та аналіз медичних і біологічних зображень і сигналів.

## ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МОРФІНГУ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧ ПЛАСТИЧНОЇ ХІРУРГІЇ ТА ДІАГНОСТИКИ Й ЛІКУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ

<sup>1</sup>Сергій РОМАНЮК, <sup>1</sup>Наталія ТІТОВА, <sup>2</sup>Олександр РОМАНЮК, <sup>2</sup>Оксана РОМАНЮК  
*Національний університет «Одеська політехніка»*  
*<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет*  
*romaniukoksanav@gmail.com*

На поточному етапі розвитку комп'ютерної графіки технологія морфінгу знайшла застосування в кіноіндустрії, виробництві комп'ютерної анімації та відеоіграх. Також є виправданим застосування морфінгу в медичній сфері, зокрема для дослідження вікових змін та виконання хірургічних втручань у сфері пластичної хірургії [1-4]. Морфінг дозволяє створювати проміжні кадри між початковим і кінцевим зображенням шляхом зміни триангуляційної моделі об'єкта. Такий підхід дозволяє отримувати інтерпольовані значення для поверхонь зображень, на відміну від простого інтерполювання, яке лише визначає проміжні значення між початковим і кінцевим станами. Це робить морфінг особливо корисним у медицині для аналізу розвитку патологій та прогнозування вікових змін.

Морфінг зображень у медицині відіграє важливу роль у візуалізації та аналізі медичних даних. Ця технологія дозволяє лікарям та дослідникам візуально аналізувати зміни, які відбуваються в організмі пацієнта, протягом часу або в результаті лікування. Сфери застосування технології морфінгу зображень у медицині досить широкі, зокрема:

1. Порівняння зображень до та після лікування. Морфінг дозволяє лікарям порівнювати зображення органів чи тканин до та після лікування, щоб оцінити ефективність втручань.
2. Моніторинг прогресу захворювань. За допомогою морфінгу можна візуалізувати прогрес захворювань, таких як рак або хронічні захворювання, забезпечуючи лікарям важливу інформацію для прийняття рішень про лікування.
3. Планування хірургічних втручань. Морфінг може допомогти хірургам планувати складні операції, візуалізуючи, як зміниться анатомія пацієнта в результаті втручання.
4. Освітні цілі. В медичній освіті морфінг зображень може використовуватися для демонстрації анатомічних змін, викликаних різними захворюваннями або лікуванням, студентам медичних спеціальностей.
5. Дослідження та розробка. У фармацевтиці та біомедичних дослідженнях морфінг зображень може використовуватися для моделювання потенційних ефектів нових лікарських засобів на органи та тканини.

Техніка морфінгу може включати використання різних методів обробки зображень, включаючи ресстрацію зображень, щоб забезпечити точне вирівнювання зображень для порівняння, і інтерполяцію, щоб створити плавні переходи між зображеннями. Ці процеси дозволяють медичним фахівцям отримати глибше розуміння стану пацієнта і вибрати найкращий підхід до лікування.

На рисунку 1 наведено приклад інтерфейсу програми для морфінгу зображення обличчя, яка дозволяє користувачам завантажувати початкові та кінцеві зображення, редагувати їх полігональні моделі, встановлювати кількість проміжних кадрів і час їх відображення, а також проводити процедуру морфінгу.

Пластичні хірурги можуть використовувати програму морфінгу для визначення найкращої форми для певних частин обличчя [2]. Наприклад, початковим зображенням може бути тривимірна модель обличчя людини з виділеною ділянкою носа. Хірург здійснює зміни

за естетичними міркуваннями, створюючи кінцеве зображення. Це кінцеве зображення може бути модифіковане шляхом зміни полігональної моделі. Проміжні зображення формуються за допомогою програми, а потім вибирається найоптимальніший варіант.

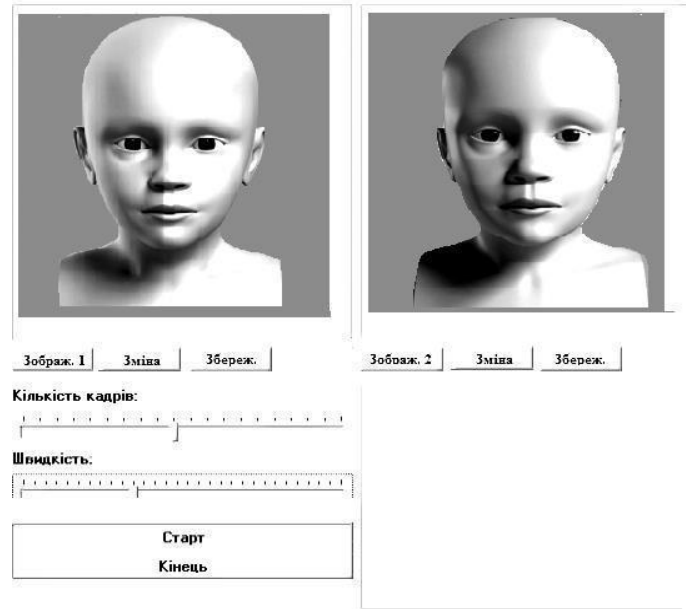


Рис.1. Інтерфейс програми для морфінгу зображення обличчя

Розглянемо декілька прикладів застосування морфінгу зображень у медицині та переваги, які надає ця технологія.

### **Морфінг у пластичній хірургії**

Морфінг у контексті пластичної хірургії зазвичай відноситься до використання спеціалізованого програмного забезпечення для створення цифрових зображень, які візуалізують потенційні результати хірургічного втручання на обличчі або тілі пацієнта. Це дозволяє лікарям та пацієнтам обговорювати очікування та потенційні результати до того, як буде прийняте рішення про операцію.

Морфінг певною мірою можна вважати візуальною хірургією, оскільки хірург на прикладі зображення обличчя пацієнта може продемонструвати процес його трансформації до бажаного ефекту. Перш ніж переходити до реального хірургічного втручання, пацієнт має змогу впевнитись, чи співпадають його уявлення про майбутнє ідеальне обличчя з уявленнями хірурга. Морфінг дозволяє пацієнтам бачити візуальні приклади потенційних результатів хірургічного втручання, що може допомогти їм краще зрозуміти, чого очікувати, і висловити свої побажання більш точно. Це дозволить зробити більш ефективною комунікацію між лікарем та пацієнтом і прийняти більш виважене рішення щодо хірургічного втручання [3].

Від застосування морфінгу зростає і рівень задоволеності пацієнтів. Візуалізація потенційних результатів може допомогти зменшити невизначеність і тривогу пацієнтів, підвищуючи загальну задоволеність процесом та результатами. Для побудови комп'ютерної геометричної моделі, недостатньо одного фото, тому обличчя необхідно сфотографувати з різних кутів, при чому важливо зафіксувати вираз обличчя під час найсильніших емоцій таких як, щастя, здивування і гнів. Це в свою чергу робить процес моделювання бажаного результату ще більш точним.

З етичної точки зору використання морфінгу допомагає пацієнтам приймати більш інформовані рішення щодо хірургічних втручань, які вони можуть вибирати. Оскільки,

технологія морфінгу дозволяє сформувати велику кількість проміжних зображень між початковим та кінцевим (рис.2) [2], то пацієнт має змогу проаналізувати кожен з них, та, за потреби, обрати можливо не ідеальний, але менш радикальний варіант хірургічного втручання, що забезпечить прийнятний візуальний результат, але з меншими ризиками.

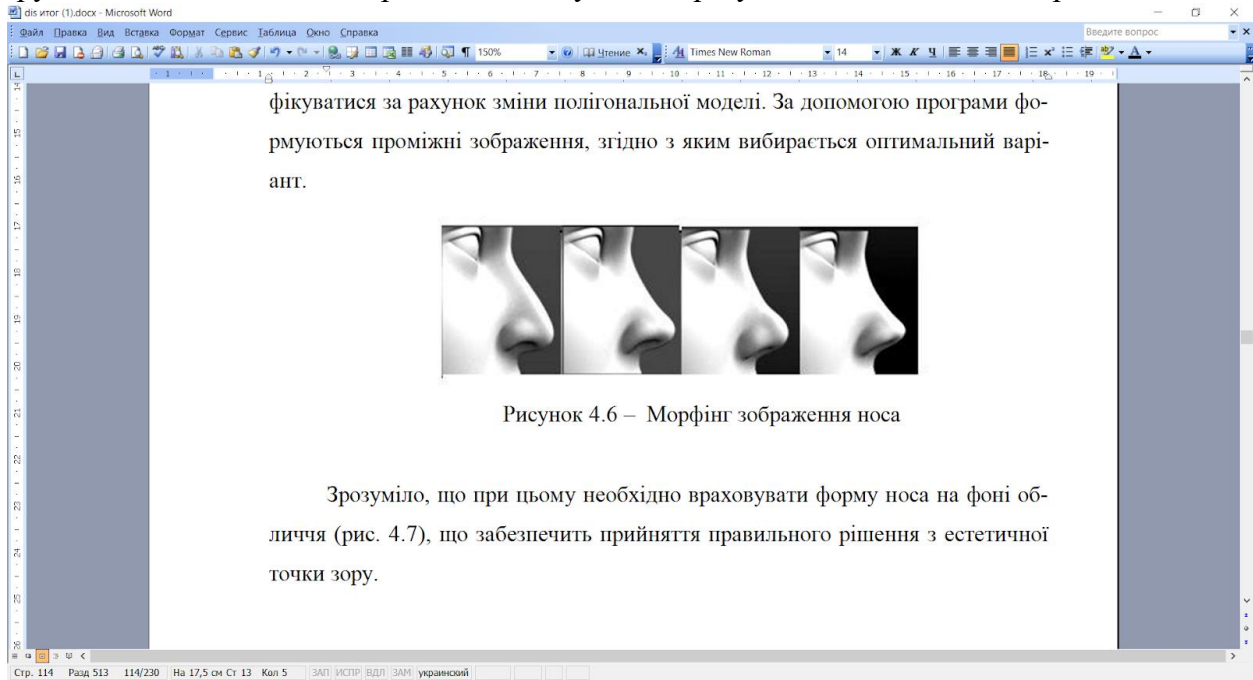


Рис.2. Морфінг зображення носа

Під час «візуальної хірургії» лікар має можливість показати і обґрунтувати обмеження щодо корекційних дій, виходячи з анатомії обличчя людини та запропонувати альтернативні варіанти хірургічного втручання.

Морфінг дозволяє покращити планування хірургічного втручання, адже хірурги можуть використовувати ці візуалізації для планування операцій, враховуючи як очікувані результати, так і специфічні анатомічні особливості пацієнта. Наприклад, при моделюванні носа, необхідно враховувати його форму у контексті обличчя (рис.3), щоб забезпечити прийняття правильного естетичного рішення [2].



Рис.3. Морфінг зображення обличчя для ринопластики

Традиційно, від консультації до операції переходять лише 30% пацієнтів, однак, застосування технології морфінгу дозволяє підвищити рівень конверсії до 80%. Але найголовнішим аргументом застосування морфінгу в пластичній хірургії є впевненість пацієнта в необхідності операції та отриманні бажаного ефекту [3].

Тим не менш, важливо, щоб лікарі і пацієнти розуміли обмеження цієї технології. І використовували морфінг зображень як допоміжний інструмент для планування, а не як точний прогноз результату хірургічного втручання [4].

### **Використання морфінгу для діагностики хвороб**

Використання морфінгу зображень у діагностичній медицині має важливе значення, особливо у випадках, коли потрібно виявити або проаналізувати зміни, що відбуваються в тканинах або органах пацієнта протягом часу. Морфінг зображень може допомогти у визначенні динаміки захворювань, оцінці ефективності лікування, а також у плануванні хірургічних втручань.

Використання машинного навчання та штучного інтелекту для аналізу медичних зображень, таких як рентгенівські знімки, МРТ, УЗД, і інших, дозволяє не тільки ідентифікувати наявні захворювання, але й прогнозувати ризик розвитку певних станів у майбутньому.

Морфінг зображень в цьому контексті може включати процеси, такі як перетворення одного зображення на інше, щоб виділити зміни, які можуть вказувати на розвиток захворювання, або комбінування декількох зображень для створення композитного візуалу, який може допомогти у виявленні складних для діагностики умов. Наприклад, при вивченні захворювань мозку, таких як Альцгеймера чи інші форми деменції, морфінг зображень може бути використаний для демонстрації змін у структурі мозку протягом часу, що дає лікарям краще розуміння процесів, які відбуваються в мозку пацієнта.

Розглянемо деякі з потенційних застосувань морфінгу зображень у медичній діагностиці:

1. Онкологія: Морфінг зображень може бути використаний для візуалізації змін у розмірах та формах пухлин до і після лікування, дозволяючи лікарям оцінити ефективність терапії.
2. Неврологія: У дослідженні мозку морфінг зображень МРТ може допомогти виявити зміни, пов'язані з різними захворюваннями, такими як Альцгеймера або склероз.
3. Ортопедія та реабілітація: Морфінг рентгенівських зображень може виявляти динаміку змін у кістковій структурі або стані суглобів, що дозволяє планувати лікування та реабілітацію.
4. Кардіологія: Аналіз змін у структурі серця і судин за допомогою морфінгу зображень може допомогти виявити ранні ознаки серцевих захворювань або оцінити ризики розвитку патологій.
5. Пластична хірургія та дерматологія: Морфінг зображень широко використовується для демонстрації потенційних результатів пластичних операцій або лікування шкірних захворювань.

Особливо ефективним морфінг може стати при діагностиці хвороб, наприклад при діагностиці родимок. Послідовність етапів підтримки процесу діагностики хвороб на прикладі діагностики родимок з використанням морфінгу зображень наведено на рис.4.



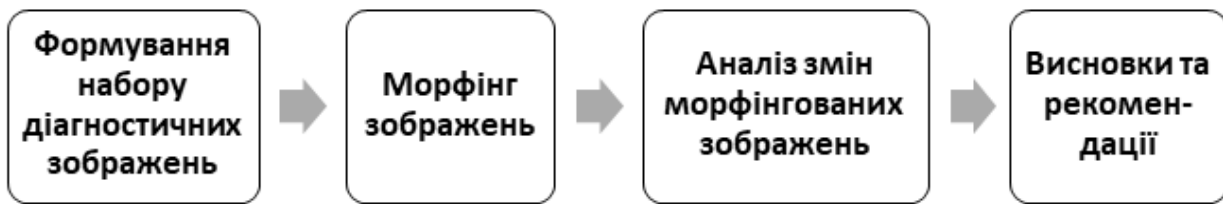


Рис.4. Підтримка процесу діагностики хвороб з використанням морфінгу зображень

На початку дерматологу необхідно зробити декілька дерматоскопічних знімків родимки на шкірі пацієнта протягом кількох візитів. Перший знімок робиться під час початкового огляду, а подальші знімки – через певні інтервали часу для моніторингу змін.

На етапі морфінгу зображень за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення знімки родимки об'єднуються в один візуальний потік, де можна побачити, як змінювалася родимка протягом часу. Програмне забезпечення використовує алгоритми морфінгу для створення плавних переходів між кожним знімком, забезпечуючи плавне «перетікання» одного зображення в інше.

Потім дерматолог аналізує морфінговані зображення, щоб визначити, чи були зміни в розмірі, формі, кольорі або текстурі родимки. Ці зміни можуть вказувати на розвиток меланоми.

На заключному етапі дерматолог робить висновки та дає рекомендації щодо подальшого обстеження. Якщо аналіз виявляє підозрілі зміни, дерматолог може рекомендувати біопсію або інші діагностичні процедури для подальшого аналізу. Якщо зміни не викликають занепокоєння, дерматолог може продовжити спостереження з використанням морфінгу зображень для моніторингу родимки.

### **Використання морфінгу для лікування хвороб**

Розглянемо конкретний приклад використання морфінгу зображень у медицині, пов'язаний з моніторингом прогресу лікування меланоми, що є одним з найбільш агресивних типів раку шкіри. Пацієнту діагностовано меланому на ранній стадії, і він проходить лікування новітнім імунотерапевтичним препаратом, що спрямований на активізацію імунної системи для боротьби з раковими клітинами. Послідовність етапів підтримки процесу лікування з використанням морфінгу зображень наведено на рис.5.



Рис.5. Підтримка процесу лікування з використанням морфінгу зображень

На початку лікування лікар проводить високоточне зображення ураженої ділянки шкіри за допомогою дерматоскопії та формує діагностичне зображення. Це зображення слугує вихідною точкою для подальшого моніторингу.

Етап послідовного моніторингу передбачає, що кожні кілька тижнів пацієнт проходить повторне зображення тієї ж ділянки шкіри. Ці зображення потім порівнюються з вихідним зображенням за допомогою технології морфінгу.

На етапі аналізу змін за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення лікар аналізує морфологічні зміни в меланомі, порівнюючи розмір, форму, кольорові характеристики та інші візуальні аспекти пухлини на зображеннях до і після лікування.

Морфінг дозволяє створити плавний перехід між зображеннями, візуалізуючи навіть незначні зміни.

На заключному етапі виконується оцінка ефективності лікування. На основі аналізу лікар може оцінити, чи зменшилася меланома в розмірах, чи змінилася її форма або кольорові характеристики, що може свідчити про ефективність лікування. Якщо показники позитивні, лікування продовжують у тому ж напрямку. Якщо ні – розглядається можливість коригування терапії.

### **Планування хірургічних втручань з використанням морфінгу зображень**

Планування хірургічних втручань з використанням морфінгу зображень може включати в себе різні технології та методики, що дозволяють хірургам аналізувати потенційні результати операцій перед їх проведенням [4]. Цей процес зазвичай включає в себе:

1. Збір даних: Збір детальних медичних зображень пацієнта за допомогою таких методів, як МРТ, КТ, ультразвук і т.д.
2. Морфінг зображень: Використання спеціалізованого програмного забезпечення для модифікації існуючих медичних зображень з метою показати можливі зміни, які можуть бути внесені під час хірургічного втручання. Це може включати в себе все, від косметичних змін до складних реконструктивних операцій.
3. Планування операції: Аналіз змінених зображень для розробки найбільш ефективного хірургічного плану, що враховує анатомічні особливості пацієнта та цільові результати.
4. Консультація з пацієнтом: Обговорення з пацієнтом потенційних результатів операції на основі морфінгу зображень, включаючи обговорення можливих ризиків і очікувань.

Такий підхід може значно підвищити точність планування хірургічних втручань і допомогти пацієнтам краще уявити можливі результати їхніх операцій. Він також може сприяти зниженню тривоги у пацієнтів, оскільки вони матимуть більш чітке уявлення про те, чого очікувати після операції.

Щоб забезпечити точніше планування та прогнозування результатів хірургічних втручань, використовуються різні програмні засоби та технології морфінгу зображень.

Спеціалізоване програмне забезпечення може перетворити двовимірні медичні зображення, отримані за допомогою МРТ або КТ, у тривимірні моделі. Це дозволяє хірургам ретельніше вивчати анатомічні особливості пацієнта і планувати операції з більшою точністю.

Програми для морфінгу зображень можуть модифікувати існуючі медичні зображення або 3D моделі для симуляції потенційних результатів хірургічних втручань. Це особливо корисно в косметичній хірургії, де пацієнти хочуть побачити, як можуть виглядати після операції.

Деякі програмні пакети спеціалізуються на конкретних типах хірургічних втручань, таких як імплантація зубів, ортопедичні операції або пластична хірургія. Вони дозволяють хірургам точно планувати операції, виходячи з унікальної анатомії кожного пацієнта.

Технології доповненої реальності (AR) і віртуальної реальності (VR) дозволяють хірургам і пацієнтам візуально взаємодіяти з 3D моделями в більш інтуїтивний і реалістичний спосіб. Це може допомогти в плануванні складних операцій і в освітніх цілях.

Штучний інтелект (ШІ) і машинне навчання використовуються для аналізу великих наборів медичних зображень з метою виявлення патернів і прогнозування результатів хірургічних втручань. Це може підвищити точність планування і зменшити ризики.

Однак застосування таких технологій вимагає дуже точних алгоритмів і досконалого розуміння того, як морфологічні зміни в медичних зображеннях відображають реальний стан

здоров'я людини. Це також підкреслює важливість великих даних і потужності обчислювальних систем для обробки та аналізу цих зображень.

Важливо, щоб як лікарі, так і пацієнти пам'ятали про обмеження цієї технології. Результати морфінгу попри усі свої переваги не гарантують точних результатів операції, і важливо мати реалістичні очікування. Цифрові візуалізації слід використовувати як інструмент для планування, а не як точний прогноз результату хірургічного втручання.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. С. В. Павлов, О. Н. Романюк та С. О. Романюк “Використання морфінгу зображень у медицині”. Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. Вип. 38, № 2. с. 5–9, 2020.
2. О. Н. Романюк, В. Л. Кокушкін, М. Д. Захарчук та С. В. Котлик “Використання морфінгу 3D-зображень облич людей в медицині”, на XIV Міжнар. наук.-практ. конф «Інформаційні технології і автоматизація - 2021», Одеса, 2021, с. 252-255.
3. Barone, M., Cogliandro, A. & Persichetti, P. Can Morphing Influence the Patient's Decision to Undergo Surgery. *Aesth Plast Surg* **46**, 2605–2606 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00266-022-02827-5>
4. Z. Fishman, Jerry Liu, Joshua Pope, J.A. Fialkov & C.M. Whyne (2021) Validating 3D face morphing towards improving pre-operative planning in facial reconstruction surgery, *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering: Imaging & Visualization*, 9:5, 480-487, DOI: [10.1080/21681163.2020.1865839](https://doi.org/10.1080/21681163.2020.1865839)