

Рис. 3. Залишкові напруження

**Висновки.** Числово-експериментальний метод, розроблений у роботах [2-6] поширено на задачі, в яких поле залишкових деформацій описується некульовим тензором. Досліджено умови коректності та побудовано регуляризуючий алгоритм на основі апріорних припущень про локалізацію поля залишкових деформацій в околі зварного шва. Для пологої сферичної оболонки зі зварним у неї круговим циліндром запропоновано сплайнове зображення розв'язку, що є регуляризуючим фактором в даній умовно-коректній задачі і істотно спрощує обчислення. Програмне забезпечення запропонованого методу може скласти основу для створення системи неруйнівного контролю над рівнем залишкових технологічних напружень в зварних оболонкових конструкціях.

### Література

1. Назар І.Б. Шляхи забезпечення ресурсу зварних стиків магістральних трубопроводів / І.Б. Назар, А.Р. Дзюбик, Р.В. Палаш // Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій : зб. пр. 4-ої Міжнар. конф., 23.06.2009 р. – Львів. – С. 917-922.
2. Подстригач Я.С. Остаточные напряжения, длительная прочность и надежность стеклоконструкций / Я.С. Подстригач, В.А. Осадчук, А.М. Марголин. – К. : Изд-во "Наук. думка", 1991. – 289 с.
3. Кир'ян В.І. Механіка руйнування зварних з'єднань металоконструкцій / В.І. Кир'ян, В.А. Осадчук, М.М. Николишин. – Львів : Вид-во "Сполом", 2007. – 318 с.
4. Николишин М.М. Задача ідентифікації зварних залишкових напружень в циліндро-конічній металевій оболонці обертання / М.М. Николишин, Л.В. Базилевич // Машинознавство. – 2010. – № 6(156). – С. 41-44.
5. Кир'ян В.І. Механіка руйнування зварних з'єднань металоконструкцій / В.І. Кир'ян, В.А. Осадчук, М.М. Николишин. – Львів : Вид-во "Сполом", 2007. – 318 с.
6. Осадчук В.А. Визначення напруженого стану магістральних трубопроводів в зоні кільцевих зварних швів / В.А. Осадчук, Ю.В. Банахевич, О.О. Іванчук // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2006. – Вип. 42, № 2. – С. 99-104.

**Ныколышин М.М., Базылевич Л.В., Назар И.Б., Дзюбык А.Р. Распределение остаточных напряжений в полой сферической оболочке в окрестности сваренного кругового цилиндра**

С применением численно-экспериментальных методов, основанных на решении обратных условно-корректных задач теории оболочек с собственными напряжениями,

можно получить полную картину остаточных технологических напряжений и деформаций в окрестности круговых сварных швов на основе той части напряжений или их интегральных характеристик, которые удастся получить, используя эксперимент. Предложено решение такой задачи для полой сферической оболочки со сваренным круговым цилиндром, для которой поле остаточных деформаций описывается некульовым тензором. Неизвестное решение ключевого уравнения и поле остаточных деформаций в работе показано как линейные комбинации сплайнов с неизвестными коэффициентами. Экспериментальные данные получены электромагнитным методом.

**Ключевые слова:** ресурс, напряжение, оболочка, круговой сварной шов, тензор.

**Nykolyshyn M.M., Bazylevych L.V., Nazar I.B., Dzyubyk A.R. Distribution of residual stresses in a shallow spherical shell in the vicinity of a welded in circular cylinder**

With the use of numerical and experimental methods based on solving the inverse conditional correct problems in the theory of shells with their own stresses, you can get a full picture of residual technological stresses and strains in the vicinity of the circular welds on the basis of that part of the stress or their integral characteristics that can be obtained by using an experiment. The paper proposes solving this problem for shallow spherical shell with welded circular cylinder, for which the residual strain field is not described spherical tensor. Unknown solution key equations and residual strain field is shown as a linear combination of splines with unknown coefficients. Experimental data obtained by electromagnetic method.

**Keywords:** life, stress, shell, circular weld seam, tensor.

УДК 004.932.2:616-006.04

Доц. О.М. Березький, д-р техн. наук – Тернопільський національний економічний університет

### ПЕРЕТВОРЕННЯ ЦИТОЛОГІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ІЗ ЗАДАНОЮ ПОХИБКОЮ

Проведено аналіз цитологічних зображень, які входять до складу біомедичних зображень. Виділено характерні ознаки цитологічних зображень. Показано, що для аналізу біомедичних зображень використовують системи автоматизованої мікроскопії. Розроблено узагальнений алгоритм перетворення зображень. Він базується на запропонованих алгоритмах перетворення контурів і областей зображень. Розроблені алгоритми програмно реалізовані в середовищі Borland Delphi 7.0. Проведено комп'ютерні експерименти для визначення похибки перетворення зображень на прикладі цитологічних зображень ракових клітин молочної залози.

**Ключові слова:** ракові клітини, перетворення, біомедичні зображення, цитологічні зображення, похибка, контур, область.

**Вступ.** Біомедичними зображеннями (БМЗ) назвемо растрові зображення, отримані за допомогою будь-якої біомедичної техніки. Їх використовують для візуального аналізу у медицині та біології.

Цитологічні зображення (ЦЗ) отримуються від світлової мікроскопії. Цитологічний метод є одним із методів дослідження та діагностування ракових клітин. Мікрооб'єктами на ЦЗ є окремі, випадково розміщені клітини. Для кількісного опису мікрооб'єктів на ЦЗ використовують такі ознаки: площа клітини, площа ядра клітини, оптична щільність ядра клітини за шкалою градацій "сірого", площа цитоплазми клітини тощо [1].

Для якісного опису мікрооб'єктів на ЦЗ використовують такі ознаки: границі цитоплазми (чіткі, нечіткі), локалізація вакуолей (по периферії, біля яд-

ра), форма ядра (округла, овальна), контур ядра (рівний, нерівний), поліморфізм ядер (слабо виражений, значний), нашарування ядер клітин, наявність "голих" ядер (ядра клітин, що повністю втратили цитоплазму), структура хроматину (рівномірна, нерівномірна, дрібнозерниста, грубозерниста), наявність внутрішньоядерних включень, вакуолей в ядрі, кількість ядерць (одиночні, множинні), їх положення (центральне, ексцентричне).

Для аналізу ЦЗ використовують системи автоматизованої мікроскопії (САМ) [2]. Програмне забезпечення сучасних САМ забезпечує виконання таких типових процедур оброблення зображень: попереднє оброблення, обчислення характерних і статистичних ознак, вивід інформації у візуальному форматі, що забезпечує взаємодію з іншим програмними засобами, наприклад MS Word, MS Excel, MS Access, FoxPro тощо.

Інформативними ознаками під час діагностування на основі цитологічного методу є функції перетворення контурів і областей, які містять інформацію про зміну стану мікрооб'єктів під час перебігу патологічних процесів. У багатьох роботах досліджено перетворення контурів і областей у афінному та топологічному просторах [3, 4]. Проте залишились не вивченими похибки перетворення контурів і областей зображень та алгоритми, які забезпечують задану похибку перетворень.

**Мета роботи** – розроблення алгоритмів перетворення контурів і областей зображень і побудова на їх основі алгоритму перетворення зображень із заданою похибкою та комп'ютерне моделювання запропонованих алгоритмів на прикладі ЦЗ.

**Постановка задачі.** Нехай задано два зображення  $Im_1$  та  $Im_2$ . Представимо їх у вигляді  $Im_1 = C_1 \cup O_1$ ,  $Im_2 = C_2 \cup O_2$ , де  $C_1$ ,  $C_2$  – контури, а  $O_1$ ,  $O_2$  – внутрішні області зображень. Контури  $C_1$ ,  $C_2$  є зв'язними та замкнутими. Згідно з теоремою К. Жордана [5], для замкнутих областей існує перетворення  $T$ , тобто  $C_2 = T(C_1)$ . Задано похибку перетворення  $\varepsilon_C$ , з якою необхідно здійснити перехід від  $C_1$  до  $C_2$ , тобто  $C_2 = T(C_1)$ , де  $T$  – ідеальне перетворення. Для замкнутих областей також існує перетворення області в область, тобто:  $O_2 = Q(O_1)$ , де  $Q$  – ідеальне перетворення області  $O_1$  в область  $O_2$ . Реальне перетворення  $Q'$  знаходиться над апроксимованими областями  $O'_1$  і  $O'_2$  за допомогою виразу  $O'_2 = Q'(O'_1)$ . Похибку перетворення будемо визначати як площу  $S$  симетричної різниці областей  $O_2$  і  $O'_2$ , тобто  $\delta_R = S(O_2 \Delta Q'(O_1))$ . Крім цього, задана максимальна похибка перетворення зображень  $\Delta_m$ . Необхідно знайти похибку перетворення зображення  $\Delta_l$ , причому  $\Delta_l \leq \Delta_m$ .

**Алгоритм перетворення контурів із заданою похибкою.** Алгоритм перетворення контурів зображень такий:

1. Для двох заданих зображень  $Im_1$  і  $Im_2$ , використавши алгоритм проходження контуром "Backwand contour tracing" [6], отримуємо контури, тобто множини точок  $C_1$  і  $C_2$ , які без розривів товщиною в один піксель представляють зовнішні границі зображень.

2. Представимо зв'язні контури  $C_1$  і  $C_2$  в полярних координатах ( $C_1 \rightarrow r_1(\theta)$ ,  $C_2 \rightarrow r_2(\theta)$ ) і виділимо характерні точки на основі таких критеріїв: а) зміни знаку кутових коефіцієнтів сусідніх елементарних відрізків; б) максимального значення коефіцієнту середньої кривизни на проміжку випуклості або вгнутості; в) границі зміни кута між елементарними відрізками, тобто отримаємо незв'язні контури  $C'_1$ ,  $C'_2$ .

3. Для знайдених двох масивів контурів  $C'_1$ ,  $C'_2$ , де  $C'_1 = \{C'_{10}, C'_{11}, \dots, C'_{1n}\}$ ,  $C'_2 = \{C'_{20}, C'_{21}, \dots, C'_{2m}\}$ , проводимо апроксимацію кусково-лінійними функціями:

$C_i = \bigcup_{j=1}^n \{\theta, a_j \theta + b_j | \theta \in [0, T]\}$ ,  $a_j, b_j, \theta \in R$ ,  $i = \overline{1, 2}$  із заданими похибками апроксимації контурів  $\delta_{C_1}$ ,  $\delta_{C_2}$ .

4. Для всіх точок  $\theta \in [0, T]$  повинна виконуватися умова  $|r(\theta) - C(\theta)| \leq \varepsilon$ .

Для кожного контура  $r'_1$ ,  $r'_2$  похибка апроксимації рівна:  $|r'_1(\theta) - C(\theta)| \leq \varepsilon_1$  та  $|r'_2(\theta) - C(\theta)| \leq \varepsilon_2$  і відповідно отримується різна кількість сегментів  $l$  і  $m$  контурів. Для проведення перетворення контурів необхідно щоб  $l = m$ . Кількість сегментів на контурі зростає при зменшенні похибки апроксимації.

5. У випадку, коли  $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 > \varepsilon_C$  зменшуємо похибки апроксимації контурів.

Якщо  $\varepsilon_1 > \varepsilon_2$  збільшуємо кількість апроксимуючих кривих контура  $C'_1$  і коли  $\varepsilon_1 < \varepsilon_2$  аналогічні дії проводимо для  $C'_2$ .

6. Здійснюємо перетворення сегментів контура  $C'_1$  у відповідні сегменти контура  $C'_2$  на основі формули:  $T^r(x, y) = \left( \frac{b_2 - a_2}{b_1 - a_1} (x - a_1) + a_2; \phi_{21}^k(x') \right)$ , де

$x' = \frac{b_2 - a_2}{b_1 - a_1} (x - a_1) + a_2$  – абсциса,  $\phi_{21}^k(x')$  – ордината.

7. Похибку перетворення контурів знаходимо на основі виразу  $\varepsilon_C = \varepsilon_{C_2} + T^r \varepsilon_{C_1}$ .

**Алгоритм перетворення областей із заданою похибкою.** Алгоритм перетворення областей виконаємо на основі перетворень їх скелетів і представимо його у вигляді послідовності таких кроків:

1. Використовуючи алгоритми, які розроблені в роботах [7, 9] знайдемо скелети областей  $sk_1(O_1)$  і  $sk_2(O_2)$  в  $l_\infty$  метриці.

2. Представимо отримані скелети у вигляді  $sk_1(O_1) = (V_1, E_1, W_1)$ ,  $sk_2(O_2) = (V_2, E_2, W_2)$ .

3. На основі введених множин ваг точок гілок скелетів  $W_1$  та  $W_2$ , проводимо регуляризацію скелетів.

4. Оцінюємо похибки відтворення скелетів областей  $\delta_{O_1}$  та  $\delta_{O_2}$ .

5. Знаходимо похибку перетворення  $\delta_R = \delta_{O_1} + \delta_{O_2}$ . Водночас похибка відтворення області дорівнює сумі похибки апроксимації контура області  $\delta_C$  і похибки відтворення за допомогою скелета апроксимованої області  $\delta_{sk(O)}$ , тобто:  $\delta_O = \delta_C + \delta_{sk(O)}$ .

6. У випадку, коли  $\delta_R > \delta_{O_1} + \delta_{O_2}$  необхідно зменшувати похибки відтворення областей, тобто враховувати ще додаткові гілки скелетів областей зображень.

**Алгоритм перетворення зображень із заданою похибкою.** Узагальнений алгоритм перетворення зображень із заданою похибкою виглядає так:

1. Задаємо максимальну похибку перетворення зображень  $\Delta_m$  і вхідні зображення  $Im_1$  та  $Im_2$ .

2. Представимо вхідні зображення  $Im_1$  і  $Im_2$  у вигляді  $Im_1 = C_1 \cup O_1$ ,  $Im_2 = C_2 \cup O_2$ , де  $C_1, C_2$  – контури, а  $O_1, O_2$  – внутрішні області зображень.

3. Визначаємо похибку перетворення контурів на основі виразу:  $\varepsilon_C = \varepsilon_{C_2} + T^* \varepsilon_{C_1}$ .

4. Знаходимо скелети областей  $O_1$  і  $O_2$ :  $sk_1(O_1)$  і  $sk_2(O_2)$ .

5. Використовуючи розроблений алгоритм перетворення областей на основі перетворення їх скелетів, визначаємо похибку перетворення:  $\delta_R = \delta_{O_1} + \delta_{O_2}$ .

6. Знаходимо похибку перетворення зображень:  $\Delta_I = \delta_R + \varepsilon_C$ .

7. У разі, коли похибка перетворення зображень  $\Delta_I > \Delta_m$ , зменшуємо похибки перетворень контурів  $\varepsilon_C$  і областей  $\delta_R$  відповідно.

**Експериментальні дослідження.** Для комп'ютерного моделювання розроблених алгоритмів перетворення зображень здійснено їх програмну реалізацію. Крім цього, програмно реалізовано ще ряд алгоритмів: алгоритм апроксимації контура із заданою похибкою, алгоритм виділення скелету, алгоритм "обрізання" малоінформативних гілок скелету на основі критеріїв втрати площі та периметру. Тестування проведено на прикладі цитологічних зображень при виконанні держбюджетної теми "Інтелектуальна система для діагностування різних форм раку молочної залози на основі аналізу гістологічних та цитологічних зображень" з номером державної реєстрації 0112U000736, у співдружності з кафедрою патологічної анатомії з секційним курсом судової медицини Тернопільського державного медичного університету ім. І.Я. Горбачевського.

Для визначення функції перетворення та обчислення похибки перетворення зображень необхідно виконати такі кроки: завантажити вхідне цитологічне зображення та провести попереднє оброблення за допомогою алгоритму сегментації на основі попередніх розміток, виділити мікрооб'єкти на вхідному зображенні, визначити контурні функції мікрооб'єктів за допомогою алгоритму проходження контуром з можливістю зворотного ходу, провести апроксимацію контурів мікрооб'єктів із заданою похибкою. Приклад виділених мікрооб'єктів наведено на рис. 1.

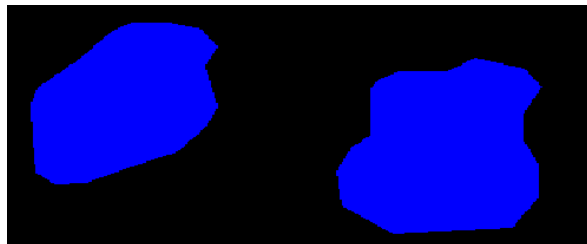


Рис. 1. Приклад виділення та апроксимації контурів двох мікрооб'єктів

На наступному етапі здійснено обчислення координат точок, що належать скелетам відповідних мікрооб'єктів. Приклад виділення скелетів наведено на рис. 2. При отриманні скелету використано морфологічні операції дилатації та ерозії, що дозволило отримати скелети мікрооб'єктів товщиною гілки в один піксел.

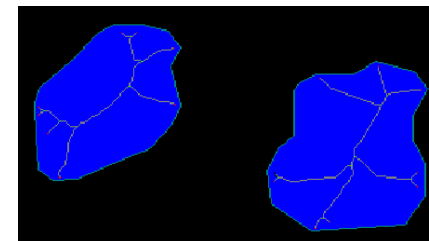


Рис. 2. Приклад виділених скелетів двох зображень

Внаслідок проведення комп'ютерних експериментів було опрацьовано понад 100 цитологічних зображень ракових клітин долькового раку молочної залози. Результати комп'ютерних експериментів наведено в табл. 1.

Табл. 1. Результати визначення похибок перетворення контурів зображень

Номер експерименту	Макс. похибка 1-ої кривої, %	Макс. похибка 2-ої кривої, %	Макс. похибка перетв. контурів, %
1	0,1	0,2	0,02
2	0,01	0,013	0,012
3	0,02	0,007	0,006
4	0,013	0,017	0,016

Максимальні похибки перетворення областей наведено в табл. 2.

Табл. 2. Результати визначення похибок перетворення областей зображень

Номер експерименту	Площа першого мікрооб'єкта, піксел	Площа другого мікрооб'єкта, піксел	Максим. похибка перетворення областей, %	Максим. похибка перетворення зображень, %
1	10832	11776	1,81	1,83
2	8562	7456	2,03	2,04
3	14036	12754	1,58	1,59
4	10856	11562	2,38	2,4

**Висновки.** Отже, розроблено узагальнений алгоритм перетворення зображень із заданою похибкою, який ґрунтується на алгоритмах перетворення контурів і областей зображень. Запропоновано алгоритми перетворення контурів і областей зображень. Проведено комп'ютерні експерименти на прикладі цитологічних зображень, які показали, що для зменшення похибки перетворення зображень необхідно їх здійснювати в топологічному просторі.

### Література

1. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии / Г.Г. Автандилов. – М.: Изд-во "Медицина", 2002. – 238 с.  
 2. Егорова О.В. Компьютерная микроскопия / О.В. Егорова, Е.И. Клыкова, В.Г. Пантелеев. – М.: Изд-во "Техносфера", 2005. – 300 с.

3. Березский О.Н. Топологические методы и алгоритмы преобразования контуров и областей плоских изображений / О.Н. Березский // Проблемы управления и информатики. – 2010. – № 5. – С. 123-131.

4. Березький О.М. Методи та алгоритми перетворення контурів зображень в афінному просторі / О.М. Березький // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2009. – № 638. – С. 185-189.

5. Косневски Ч. Начальный курс алгебраической топологии / Ч. Косневски. – М. : Изд-во "Мир", 1983. – 304 с.

6. Березький О.М. Алгоритм проходження контуром об'єкта з використанням зворотного ходу / О.М. Березький, Ю.М. Батько // Штучний інтелект. – 2009. – № 3. – С. 116-122.

**Березский О.Н. Преобразование цитологических изображений с заданной погрешностью**

Проведен анализ цитологических изображений, которые входят в состав биомедицинских изображений. Выделены характерные признаки цитологических изображений. Показано, что для анализа биомедицинских изображений используют системы автоматизированной микроскопии. Разработан обобщенный алгоритм преобразования изображений. Он базируется на предложенных алгоритмах преобразования контуров и областей изображений.

Разработанные алгоритмы программно реализованы в среде Borland Delphi 7.0. Проведены компьютерные эксперименты для определения погрешности преобразования изображений на примере цитологических изображений раковых клеток молочной железы.

**Ключевые слова:** раковые клетки, преобразования, биомедицинские изображения, цитологические изображения, погрешность, контур, область.

**Berezsky O.N. Cytological image transformation with a predefined error**

This article analyzes the cytological images that are part of the biomedical image. Characteristic cytologic features of image are explored. For the analysis of biomedical image the automated microscopy systems are used. The integrated algorithm for transformation image is developed. It is based on the proposed algorithms for image regions and contours transformation.

The developed algorithms are implemented with Borland Delphi 7.0 IDE. Computer experiments for image transformation error estimation are conducted on the basis of cytological image of breast cancer cells.

**Keywords:** cancer cells, transformation, biomedical image, cytological image, error, contour, region.

УДК [004.451]:621.7.01

Ст. викл. О.О. Смотр; проф. Ю.І. Грицюк,  
д-р техн. наук; Н.Я. Коваль – Львівський ДУ БЖД

**СТРАТЕГІЧНА МЕТА ТА ТАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНИХ ПІДРОЗДІЛІВ ПРИ ЛІКВІДАЦІЇ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ**

Проаналізовано основні стратегії пожежогасіння та визначено тактичні завдання, які вирішуються пожежно-рятувальними підрозділами (ПРП) при ліквідації лісової пожежі. Встановлено, що основна мета оптимальної стратегії ліквідації лісової пожежі полягає у якнайшвидшій її локалізації та реалізації активних дій ПРП при подальшому гасінні суцільних і поодиноких джерел вогню з найменшими сумарними матеріальними і екологічними збитками за умови обмежених можливостей залучених до цього сил і засобів пожежогасіння.

**Ключові слова:** лісова пожежа, прогнозування контура крайки поширення вогню, стратегія ліквідації лісової пожежі, тактика пожежогасіння, математичне моделювання.

**Вступ.** Лісові пожежі є потужним природним і антропогенним чинником, що істотно змінює процес функціонування та подальший стан лісів, для відновлення яких потрібно декілька десятків років плідної праці [3]. Пожежі наносять значні збитки екології, економіці, а часто виявляються під загрозою і людські життя [28]. Причинами виникнення лісової пожежі можуть бути природні явища – грозові розряди і блискавки, але найчастіше винні самі люди, починаючи від не погашених багать після відпочинку і завершуючи сільськогосподарським випалюванням стерні [10].

У практиці пожежогасіння неминучі ситуації, коли необхідно прогнозувати динаміку контура лісової пожежі та її наслідки [2, 6, 9, 11, 14-18, 23, 24, 30, 32]. Найбільше значення тут мають результати прогнозування динаміки крайки вогню для низових пожеж, оскільки вони становлять більше 80 % всіх лісових пожеж, а верхові здебільшого розвиваються тільки після них. Потреба такого прогнозування полягає в тому, що при розробленні оптимальної стратегії управління процесом ліквідації лісової пожежі слід передбачити і врахувати небезпечні тенденції її подальшого розвитку, а також потенційні загрози населеним пунктам і охоронним об'єктам [2, 24, 30, 33, 34].

Достовірні прогнози поширення лісової пожежі та її наслідків на певній території за різних погодних умов [14-18] потрібні для вибору оптимальних шляхів доставки сил і засобів пожежогасіння до джерела її виникнення. Ефективне управління стратегічними і тактичними діями пожежно-рятувальних підрозділів (ПРП) при гасінні лісових пожеж на великих територіях [1, 4, 5] дає змогу скоротити тривалість її локалізації, забезпечити швидку ліквідацію і, як наслідок, зменшити розміри матеріальних збитків, втрати лісових масивів і витрати на їх гасіння [19, 20].

Отже, основна мета цієї роботи полягає у встановленні оптимальної стратегії пожежогасіння та визначенні тактичних завдання пожежно-рятувальних підрозділів при ліквідації лісової пожежі. Для реалізації мети роботи необхідно вирішити такі основні завдання: з'ясувати основні стратегії ліквідації лісової пожежі, вибрати серед них найоптимальніші; проаналізувати тактичні завдання ПРП при ліквідації лісової пожежі, виявити основні особливості їх реалізації; розробити математичну модель процесу ліквідації лісової пожежі, яка б враховувала вибрані стратегії та прийняті тактики ліквідації лісової пожежі.

**1. Стратегії ліквідації лісової пожежі**

Успішна реалізація стратегії ліквідації лісової пожежі складається з якісного виконання поточних дій окремими ПРП [7, 29, 31, 34]: отримання повідомлення про виникнення пожежі; вчасний виїзд і безперешкодне слідування ПРП до джерела пожежі; результативна розвідка і вдале тактичне розгортання сил і засобів; локалізація крайки вогню; ліквідація процесу горіння; догашування залишків джерел вогню усередині області пожежі; організація охорони периметра пожежі; згортання ПРП і повернення їх на місце дислокації. Часто для ліквідації лісових пожеж залучають також сили і засоби лісових і сільськогосподарських підприємств, технічні засоби дорожніх і різних будівельних організацій, місцевого населення і т.д. [25, 26, 35].