

Шатохіна Ю. В.,
Сахно Є. Ю.,
Сіра К. О.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОСЛИНИ *ALLIUM* *URSINUM*

*В роботі проведено дослідження, спрямовані на забезпечення процесу збереження рослини *Allium ursinum*, яка занесена до Червоної книги України, на прикладі Мезинського національного природного парку. Досліджено динаміку росту рослини протягом життєвого циклу, експериментальні дані використано для отримання залежності висоти рослин від часу. Розроблено алгоритм контролю якості процесу збереження рослин *Allium ursinum*.*

Ключові слова: *якість процесу, збереження рослин, математична модель динаміки росту, алгоритм контролю.*

1. Вступ

Відомо, що зменшення забруднення довкілля в усьому світі реалізується шляхом впровадження екологічних стандартів серії ISO 14000, ISO 26000, але в Україні недостатня кількість підприємств охоплені цим процесом [1]. Впровадження стандартів серії ISO 14000 [2, 3] вважається важливим етапом до підготовки українського суспільства до розвитку екологічних аспектів корпоративної соціальної відповідальності, передбаченої ISO 26000, ISO 9001 [4, 5]. Неготовність значної частки суб'єктів господарювання до корпоративної соціальної відповідальності приводить до зростання забруднення і зміни довкілля, втрачають можливість існувати не тільки рослини і тварини, а і людство, яке перш за все реагує на забруднення води [6].

З метою збереження певних видів рослин і тварин створено Мезинський національний природний парк, в якому ще зустрічається рослина під назвою цибуля ведмежа (*Allium ursinum*), яка внесена до Червоної книги України. Враховуючи вимоги ст. 20 Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» [7] щодо поширення метрологічного контролю на стан довкілля авторами статті розглянуто можливість забезпечення якості процесу збереження цих важливих зникаючих рослин.

2. Аналіз досліджень публікацій та постановка проблеми

Аналіз літературних джерел свідчить, що забезпечення контролю якості різноманітних процесів пов'язується з використанням статистичних методів [8]. Так, використання статистичних методів сприяє якості процесу в медичній галузі [9, 10] щодо впровадження систем управління якістю, при цьому виділяються адекватні критерії та показники, що визначають ефективність заходів щодо забезпечення якості процесу медичної допомоги [10]. Статистичні методи обробки даних лужності та жорсткості води за контрольними картами Шухарта у ВАТ «Облтеплокомуненерго» сприяли поліпшенню якості процесу очищення води за допомогою катіонітного фільтра [11]. Виявлено шляхи поліпшення ефективності повірки побутових лічильників газу на

основі одно- та двоступінчастого статистичного контролю [12]. Статистичні методи сприяють оцінюванню якості процесу відновлення ґрунтів, оброблених пестицидами, зокрема, Раундапом, за допомогою чисельності бактерій у вихідному ґрунті та через 10–30 діб після внесення пестицида [13].

Виявлено, що існує потенційна потреба при впровадженні вимог ДСТУ ISO 9001:2009 у 20 пунктах у використанні кількісних даних, що сприятиме поліпшенню результативності організацій.

Таким чином, з огляду літературних джерел [8–13] виявляємо, що статистичні методи виявляються корисними у багатьох галузях, але кількісні дані у вказаному природному парку використовуються для оцінки наявності рослин, а їх динаміка не контролюється. В літературних джерелах авторами статті не знайдено рекомендацій щодо контролю якості процесу збереження рослин *Allium ursinum* з використанням статистичних методів, проблема полягає у виявленні можливого для контролю показника, тому проведені дослідження були присвячені саме цьому невирішеному питанню.

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — процес забезпечення збереження рослин *Allium ursinum*.

Головною метою є забезпечення якості процесу збереження рослин *Allium ursinum*.

Для досягнення поставленої мети були визначені такі задачі:

1. Визначити контрольний показник для оцінки якості процесу.
2. Розробка алгоритму контролю якості процесу збереження рослин *Allium ursinum*.

4. Матеріали і методи досліджень щодо забезпечення якості процесу збереження *Allium ursinum*

Матеріали досліджень — експериментально виміряна висота рослин у вибірці по 50 одиниць для двох ділянок протягом життєвого циклу рослин, а також оцінка ґрунтів цих ділянок за показником кислотності (рН) та вологості [14].

Таблиця 1

Обробка результатів вимірювань у період 30.04.15 (період 1)

| № п/п | Абсолютне значення X | Середнє значення \bar{X} | Відхилення $ X - \bar{X} $ | $(X - \bar{X})^2$ | Дисперсія S^2 | Середнє квадратичне відхилення S | Коефіцієнт варіації C | Відносна похибка середнього арифметичного δ |
|----------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------|------------------------------------|-------------------------|--|
| 1 | 27,0 | 26,63 | 0,37 | 0,14 | 11,05 | 3,32 | 12 | 0,04 |
| 2 | 25,0 | | 1,63 | 2,70 | | | | |
| 3 | 25,0 | | 1,63 | 2,70 | | | | |
| 4 | 26,3 | | 0,33 | 0,11 | | | | |
| 5 | 18,5 | | 8,13 | 66,10 | | | | |
| 6 | 21,9 | | 4,73 | 24,40 | | | | |
| 7 | 24,0 | | 2,63 | 6,90 | | | | |
| 8 | 26,5 | | 0,13 | 0,02 | | | | |
| 9 | 30,2 | | 3,57 | 12,80 | | | | |
| 10 | 31,3 | | 4,67 | 21,80 | | | | |
| 11 | 27,0 | | 0,37 | 0,14 | | | | |
| 12 | 28,0 | | 1,37 | 1,88 | | | | |
| 13 | 25,0 | | 1,63 | 2,70 | | | | |
| 14 | 24,0 | | 2,63 | 6,92 | | | | |
| 15 | 29,0 | | 2,37 | 5,62 | | | | |
| 16 | 27,3 | | 0,67 | 0,45 | | | | |
| 17 | 22,5 | | 4,13 | 17,10 | | | | |
| 18 | 24,6 | | 2,03 | 4,12 | | | | |
| 19 | 28,6 | | 1,97 | 3,88 | | | | |
| 20 | 21,5 | | 5,13 | 26,3 | | | | |
| 21 | 19,0 | | 7,63 | 58,2 | | | | |
| 22 | 26,0 | | 0,63 | 0,40 | | | | |
| 23 | 27,0 | | 1,63 | 2,70 | | | | |
| 24 | 24,0 | | 2,63 | 6,92 | | | | |
| 25 | 23,0 | | 3,63 | 13,2 | | | | |
| 26 | 22,3 | | 4,33 | 18,75 | | | | |
| 27 | 26,5 | | 0,13 | 0,02 | | | | |
| 28 | 28,5 | | 1,87 | 3,50 | | | | |
| 29 | 29,2 | | 2,57 | 6,60 | | | | |
| 30 | 30,7 | | 4,07 | 16,60 | | | | |
| 31 | 35,4 | | 8,77 | 76,90 | | | | |
| 32 | 32,2 | | 6,57 | 43,16 | | | | |
| 33 | 26,7 | | 0,07 | 0,005 | | | | |
| 34 | 25,2 | | 1,47 | 2,16 | | | | |
| 35 | 24,8 | | 1,83 | 3,35 | | | | |
| 36 | 28,3 | | 1,67 | 2,80 | | | | |
| 37 | 29,0 | | 2,37 | 5,62 | | | | |
| 38 | 30,0 | | 3,37 | 11,36 | | | | |
| 39 | 27,0 | | 0,37 | 0,14 | | | | |
| 40 | 25,5 | | 1,13 | 1,28 | | | | |
| 41 | 33,0 | | 6,37 | 40,58 | | | | |
| 42 | 23,0 | | 3,63 | 13,20 | | | | |
| 43 | 28,6 | | 1,97 | 3,88 | | | | |
| 44 | 27,8 | | 1,17 | 1,39 | | | | |
| 45 | 25,6 | | 1,03 | 1,10 | | | | |
| 46 | 26,6 | | 0,03 | 0,0009 | | | | |
| 47 | 27,1 | | 0,17 | 0,03 | | | | |
| 48 | 28,0 | | 1,37 | 1,88 | | | | |
| 49 | 28,0 | | 1,37 | 1,88 | | | | |
| 50 | 29,5 | | 2,87 | 8,24 | | | | |
| Σ | 1331,7 | 26,63 | 126,74 | 552,60 | 11,05 | 3,32 | 12 | 0,04 |

Аналітичні дослідження проводились з використанням статистичних методів [8, 15], стабільність показника висоти рослин оцінено за теоремою Глівенко-Кантеллі. Виявлення математичної моделі залежності висоти рослин від часу виконувалось із застосуванням процесора Microsoft Excel 7.0. Для підбору графіків за допомогою метода найменших квадратів застосовувались «Пакет аналізу», «Гістограма», «Регресія».

5. Результати досліджень процесу збереження рослин *Allium ursinum*

Авторами статті здійснено дослідження, націлені на забезпечення якості процесу збереження рослин, перш за все визначено показники ґрунту [14]. Для обох ділянок рН = 6, також однаковою є висока вологість, яка з часом змінювалась від 100 % до 320 %, ці показники використовуються у подальшій роботі як еталонні.

Було зроблено припущення, що для оцінки якості процесу можна використовувати як характеристику – висоту рослин. Для вибірки із 50 рослин визначалась довжина рослини, середнє значення, дисперсія та інше, представлене у табл. 1.

Як бачимо, відносна похибка середнього арифметичного значення висоти рослин дорівнює 4 %, тобто цей показник доцільно використовувати.

Проаналізовано з використанням теореми Глівенко-Кантеллі і методів математичної статистики стабільність показника висоти рослин на об'єктах [15].

Діапазон випадкової величини вибірки (далі позначено X_{\min} , X_{\max}) змінювався від 18,5 см до 35,4 см (період 1). З метою аналізу отриманої вибірки авторами статті використано метод «згрупованих даних». Для цього весь діапазон змін висоти рослин від 18,5 см до 35,4 см поділено на рівні інтервали, для визначення числа рівних інтервалів (k) поділу діапазону використано напівемпіричну формулу:

$$k = 1 + 3,322 \cdot \lg(n), \quad (1)$$

$$k = 1 + 3,322 \cdot \lg(50) = 7.$$

Довжину кожного інтервалу (h) визначено за формулою:

$$h = (X_{\max} - X_{\min}) / k = (35,4 \text{ см} - 18,5 \text{ см}) / 7 = 2,40 \text{ см}.$$

Число елементів вибірки, що потрапляє у i -й інтервал, позначалось n_i . За допомогою величини $p_i^* = n_i / n$ визначалась відносна частота потрапляння випадкової величини у i -й інтервал. Усі точки, що потрапляли у i -й інтервал, відносились до його середини X_i^* , визначеної за формулою:

$$X_i^* = (X_{i-1} + X_i) / 2. \quad (2)$$

На основі проведених розрахунків було побудовано гістограму вибіркового розподілу досліджуваного показника у період 1 (рис. 1).

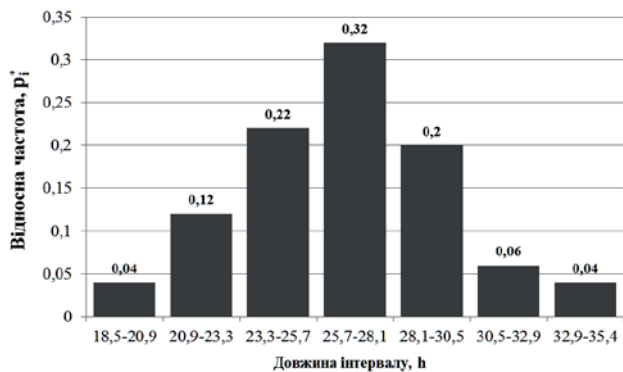


Рис. 1. Гістограма вибіркового розподілу досліджуваного показника у період 1

Аналіз гістограми вибіркового розподілу, побудованої з використанням представлених даних, свідчить, що частота потрапляння показника відповідає класичному типу розподілу і має один максимум.

Виміри висоти рослин авторами статті здійснено у чотирьох періодах, деякі дані представлено на рис. 2 для двох досліджених ділянок.

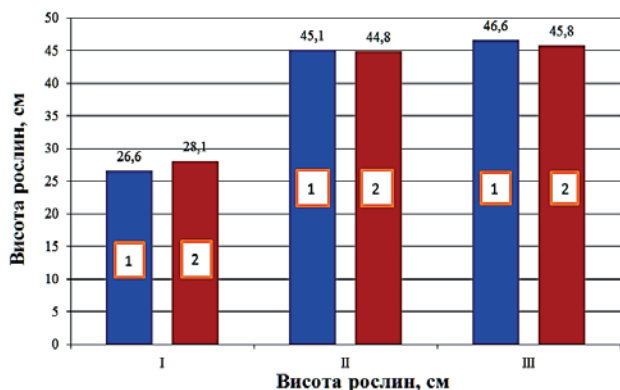


Рис. 2. Динаміка висоти рослин у досліджуваних періодах: I — виміри 30.04.15; II — виміри 18.05.15; III — виміри 30.05.15; 1 — дані для рослин ділянки 1; 2 — дані для рослин ділянки 2

Отримані результати свідчать, що висоту рослин можна використовувати для контролю якості процесу, для різних ділянок показники рослин з часом мають аналогічні тенденції. Проведені виміри у чотирьох періодах протягом життєвого циклу рослин дозволяють побудувати графік динаміки росту рослин, який представлено на рис. 3.

Побудований за даними вимірювань графік розвитку рослин має вигляд:

$$H = -0,284 \cdot t^2 + 2,3714 \cdot t - 2,4085, \quad (3)$$

де H — висота, t — час.

Отримана залежність має високу точність, коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,9999$, тому обрану залежність можна використовувати для моніторингу якості процесу.

При невідповідності між фактичними і теоретичними даними організація повинна проводити аналіз тенденцій, формувати базу даних, здійснювати оперативні дії з метою забезпечення якості процесу збереження рослин.

Алгоритм контролю якості представлений на рис. 4, організація повинна використовувати перераховані дії і кількісні статистичні методи, які сприятимуть поліпшенню функціонування організації.

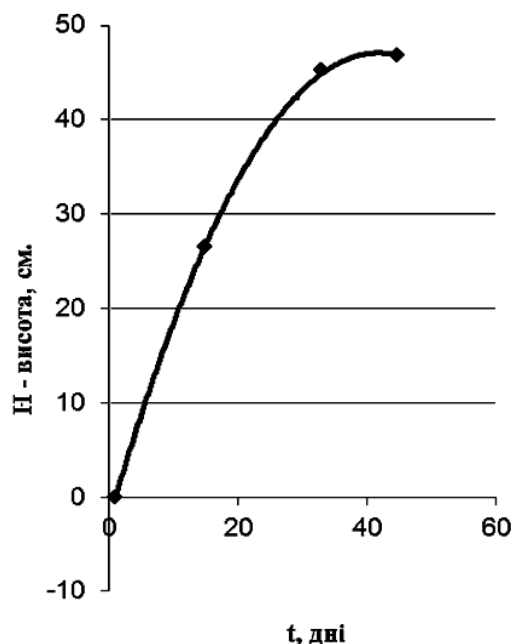


Рис. 3. Динаміка росту рослин

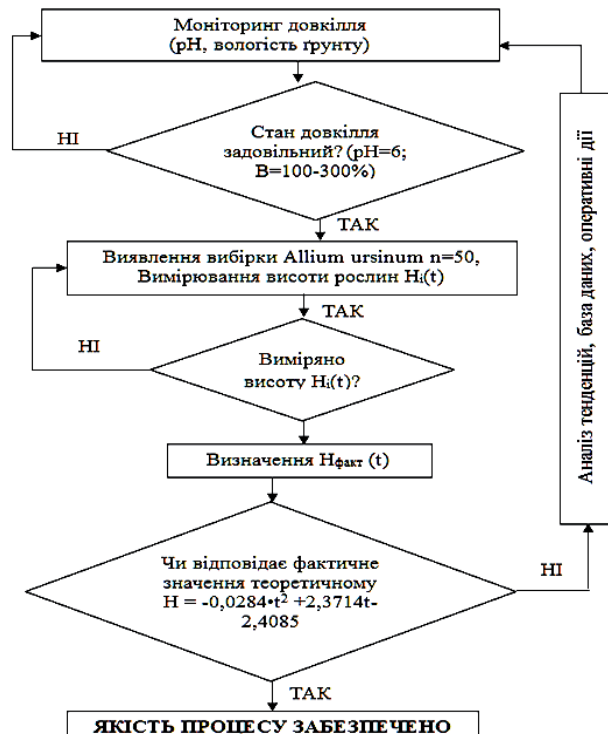


Рис. 4. Алгоритм контролю якості процесу збереження рослин *Allium ursinum*

Проведені дослідження поширюють використання статистичних методів на процес збереження зникаючих рослин. Представлений алгоритм передбачає моніторинг довкілля фахівцями парку, але зрозуміло, що для попередження погіршення стану довкілля, індикатором

якого в даному випадку і є рослина *Allium ursinum*, необхідно інтенсифікація впровадження екологічних стандартів серії ISO 14000, ISO 26000 усіма суб'єктами господарювання регіону.

Отриману математичну залежність висоти рослин від часу згідно з представленим алгоритмом передбачається використовувати як еталон. Результати досліджень у вигляді Методики контролю якості процесу передано для використання Мезинському національному природному парку.

6. Обговорення результатів досліджень процесу збереження рослин *Allium ursinum*

Проведені авторами статті дослідження виявили, що з метою контролю якості процесу збереження цих рослин можна використовувати висоту рослини як контрольний показник. Отримане рівняння залежності висоти рослин від часу має високий коефіцієнт детермінації $= 0,9999$, що дозволяє використовувати теоретичні розрахункові дані в якості еталону для заданих умов. Моніторинг якості процесу доцільно здійснювати за алгоритмом, який передбачає контролювання стану довкілля за показниками кислотності та вологості ґрунту; порівняння фактичних даних динаміки розвитку рослин з теоретичним значенням, здійснення оперативних дій щодо попередження забруднення довкілля, яке може реалізуватись за різноманітним сценарієм (кислотні дощі, забруднення ґрунтових вод або їх зменшення внаслідок меліорації, тощо), а також поповнення бази даних. Виконання цих дій сприятиме поліпшенню результативності організації.

7. Висновки

1. Встановлено при вимірюванні висоти рослин *Allium ursinum* вибірки із 50 одиниць, що відносна похибка середнього арифметичного значення дорівнювала 4 %, гістограма вибіркового розподілу, побудована з використанням отриманих даних, відповідає класичному типу розподілу і має один максимум — це дає підстави використовувати висоту рослин як контрольний показник якості процесу.

2. При дослідженні життєвого циклу рослин виявлено залежність між висотою рослин (H , см) та періодом їх розвитку (t — час, дні). Рівняння залежності висоти рослин має вигляд:

$$H = -0,284 \cdot t^2 + 2,3714 \cdot t - 2,4085.$$

Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,9999$.

3. Розроблено алгоритм контролю якості процесу збереження рослин, який складається з наступних етапів:

- контролювання стану довкілля за показниками кислотності та вологості ґрунту;
- визначення середньої висоти рослин у репрезентативній вибірці;
- порівняння фактичних даних динаміки розвитку рослин з теоретичним значенням, базою даних;
- здійснення оперативних дій.

Отриману залежність можна використовувати для моніторингу якості процесу.

Література

1. Шатохіна, Ю. В. Складові інтенсифікації впровадження систем управління [Текст] / Ю. В. Шатохіна // Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 28–30 травня 2015. — Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2015. — 59 с.
2. ISO 14001:2004 Environmental management systems — Requirements with guidance for use [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14001:ed-2:v1:en>
3. ISO 14004:2004 Environmental management systems — General guidelines on principles, systems and support techniques [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14004:ed-2:v1:en>
4. ISO/CD 26000:2009 Guidance on Social Responsibility [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:26000:ed-1:v1:en>
5. ISO 9001:2008 Quality management systems — Requirements [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-4:v2:en>
6. Guidelines for Drinking-Water Quality — Recommendations [Text]. — Geneva, Switzerland: WHO, 2011. — Vol. 1, Ed. 4. — 564 p.
7. Про метрологію та метрологічну діяльність [Текст]: Закон України № 1765-IV від 15 червня 2004 р. // Відомості Верховної Ради. — 2004. — № 37. — ст. 449.
8. Грищенко, Ф. Визначення статистичних методів під час розроблення, впровадження і функціонування системи управління якістю [Текст] / Ф. Грищенко, Т. Лісниченко // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2014. — № 5. — С. 23–32.
9. Зелик, А. Статистичні методи у процесах поліпшення якості медичних послуг [Текст] / А. Зелик // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2009. — № 6. — С. 54–58.
10. Пецух, І. Медичні лабораторії на шляху забезпечення надання якісної медичної допомоги [Текст] / І. Пецух // Міжнар. наук.-практ. конф. «Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи», 28–30 травня 2015 р. — Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2015. — С. 253–254.
11. Іванова (Шатохіна), Ю. Розробка рекомендацій для вдосконалення нормативної документації ВАТ «Облтеплокомуненерго» за допомогою контрольних карт Шухарта [Текст] / Ю. Іванова (Шатохіна), О. Менайлов, О. Гавриленко, Т. Кириченко // Вісник Чернігівського Державного технологічного університету. — Чернігів: ЧДТУ, 2011. — № 3(51). — С. 231–239.
12. Петришин, І. Організація та порядок проведення вибіркового статистичного контролю побутових лічильників газу, що експлуатуються [Текст] / І. Петришин, Н. Петришин, П. Джочко, Я. Безгачнюк // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2010. — № 1. — С. 38–41.
13. Гончарова, Е. Н. Гигиенические аспекты применения пестицидов [Текст] / Е. Н. Гончарова // Сборник научных трудов ВОДГЕО. — Харьков: ИПП «Контраст», 2012. — С. 482–488.
14. ДСТУ БВ. 2.1-19: 2009 Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: <http://profidom.com.ua/v-2/v-2-1/1464-dstu-b-v-2-1-192009-metodi-laboratornogo-viznachenna-granulometrichnogo-zernovogo-ta-mikroagregatnogo-skladu>
15. Ахназарова, С. Л. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии [Текст]: учеб. пос. / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафаров. — М.: Высш.школа, 1978. — С. 22–25.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА СОХРАНЕНИЯ РАСТЕНИЯ ALLIUM URSINUM

В работе проведены исследования, направленные на обеспечение процесса сохранения растения *Allium ursinum*, которое занесено в Красную книгу Украины, на примере Мезинского национального природного парка. Исследована динамика роста растения на протяжении жизненного цикла, экспериментальные данные использованы для получения зависимости высоты растения от времени. Разработан алгоритм контроля качества процесса сохранения растений *Allium ursinum*.

Ключевые слова: качество процесса, сохранение растений, математическая модель динамики роста, алгоритм контроля.

Шатохіна Юлія Вікторівна, кандидат технічних наук, викладач, кафедра управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет, Україна, e-mail: Juliaaabest@gmail.com.

Сахно Євгеній Юрійович, доктор технічних наук, професор, кафедра управління якістю та проектами, Чернігівський національний технологічний університет, Україна.

Сіра Катерина Олександрівна, Чернігівський національний технологічний університет, Україна.

Шатохіна Юлія Вікторівна, кандидат технических наук, преподаватель, кафедра управления качеством и проектами,

Черниговский национальный технологический университет, Украина.

Сахно Евгений Юрьевич, доктор технических наук, профессор, кафедра управления качеством и проектами, Черниговский национальный технологический университет, Украина.

Серая Екатерина Александровна, Черниговский национальный технологический университет, Украина.

Shatokhina Julia, Chernihiv National Technological University, Ukraine, e-mail: Juliaaabest@gmail.com.

Sakhno Eugene, Chernihiv National Technological University, Ukraine.

Sira Kateryna, Chernihiv National Technological University, Ukraine

УДК 006.91:004.942

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.47976

**Становский А. Л.,
Прокопович И. В.,
Пурич Д. А.,
Швец П. С.,
Шмараев А. В.,
Бондаренко В. В.**

РАЗРАБОТКА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ЛИТЬЯ МЕДНЫХ АНОДОВ

Литые медные аноды — промежуточный технологический продукт производства электролитической меди. От состояния их поверхности зависит конкурентноспособность продукта, а значит, это состояние должно постоянно контролироваться путем непосредственного измерения каждой отливки. Предложены методы такого измерения, состоящие в получении отображений от объекта, и их компьютерной классификации на группы, границы которых определяются спектральным анализом металла.

Ключевые слова: литой медный анод, методы измерения качества, обработка отображений, параллелепипед качества, спектральный анализ.

1. Введение

Существуют технологические процессы, в которых контроль промежуточных параметров играет решающую роль в обеспечении заданного качества готовой продукции. Это предъявляет дополнительные требования к метрологическому обеспечению такого контроля, так как промежуточные параметры обычно отличаются от окончательных трудностью доступа к объекту измерения, быстротечностью процесса на этих этапах и высокими требованиями к чувствительности и точности измерений.

Ярким примером такого процесса является технологический процесс изготовления сверхчистой катодной меди [1] путем предварительного переплава медного лома на специальные медные аноды (первый этап, литье) и последующего ионного «перегона» меди с анода на катод (второй этап, электролиз).

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Литые медные аноды, хотя и являются лишь промежуточным продуктом и используются только для последующей переработки, требуют особой тщательности при соблюдении технологических параметров литья [2–4].

Такое соблюдение невозможно без замкнутого управления процессом, когда управленческие решения, на-

пример, корректировка параметров рафинирования расплава [5, 6], химического состава металла [7], температуры плавки и заливки [8, 9], принимаются по точно измеренным контролируемым выходным данным, что в случае литья анодов сводится к численной оценке качества последних [10, 11].

Во время изготовления анода на его поверхности могут формироваться участки, которые не участвуют в электролизе при последующем изготовлении катода («битые» участки) из-за наличия на поверхности наплесков и утолщения кромок, «шишек» и «пузырей», сплошной пузырчатости, углублений и выступов от выработки изложниц, а также не допускается наличие краски, шлака, глины, угля, окислов и других включений непроводящих материалов (рис. 1, а, б).

Такие дефекты отрицательно сказываются на *электролитическом качестве* анодов, т. е. способности последних обеспечить качество будущих катодов, которые получают из оцениваемых анодов электролизом.

Кроме поверхностных дефектов, могут иметь место и скрытые внутренние дефекты, которые обнаруживают только при частичном растворении в процессе эксплуатации анода.

При кристаллизации анода в его теле застывают неметаллические включения (остатки шлака, огнеупорной обмазки изложницы), которые во время срабатывания части анода при электролизе вымываются электролитом