

УДК 677.05.059:621.3.078.08

Тернова Т. І., Кругла Н. А., Сердюк О. І.

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

У статті розглянуто питання впровадження інформаційних технологій в автоматичних системах управління для підвищення якісних характеристик продукції, що випускають. Здійснено наукове обґрунтування необхідності впровадження методів компенсації інформаційних потоків і генерації еталонів для підвищення швидкості функціонування автоматичної системи. В праці розроблено функційну схему інтелектуальної системи автоматичного контролювання й керування, сформульовано можливості такої системи й вимоги до неї. Запропонована функційна схема автоматичної системи дає можливість підвищити швидкість роботи системи загалом. Запропоновані методи роблять автоматичну систему інваріантною до збурень. Упровадження інформаційних технологій дасть можливість системі працювати в реальному масштабі часу.

**Ключові слова:** автоматичне управління, моніторинг технологічного процесу, штучний інтелект, автоматична система розпізнавання.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Розроблення інтелектуальних систем керування наразі є одним із найцікавіших і найперспективніших напрямків у науці й техніці. Цей напрямок інтенсивно розвивається, проводять експерименти, розробляють та пропонують нові методики й алгоритми. Питання, пов'язані з інформаційними технологіями та штучним інтелектом, активно обговорюють на конференціях, семінарах, публікують багато статей у вітчизняних та зарубіжних виданнях. І все-таки завдання створення інтелектуальних автоматичних систем контролювання й керування виробництвом наразі не вирішено в повному обсязі.

Під час створення автоматичних систем контролювання й керування, які використовують новітні інформаційні технології та елементи штучного інтелекту, виникає багато теоретичних і конструктивних проблем.

Для створення такої системи необхідно вибрати оптимальну структуру й алгоритм функціонування, які будуть оптимальними для вирішення конкретних завдань. У кожному з основних блоків такої системи, а саме, базі знань, механізмі прийняття рішень та інтелектуальному інтерфейсі, є багато невирішених питань. Питання, чи можна в повному обсязі замінити людину на етапі розпізнавання й прийняття рішень, не має однозначної відповіді, незважаючи на істотні досягнення науки, техніки й технологій.

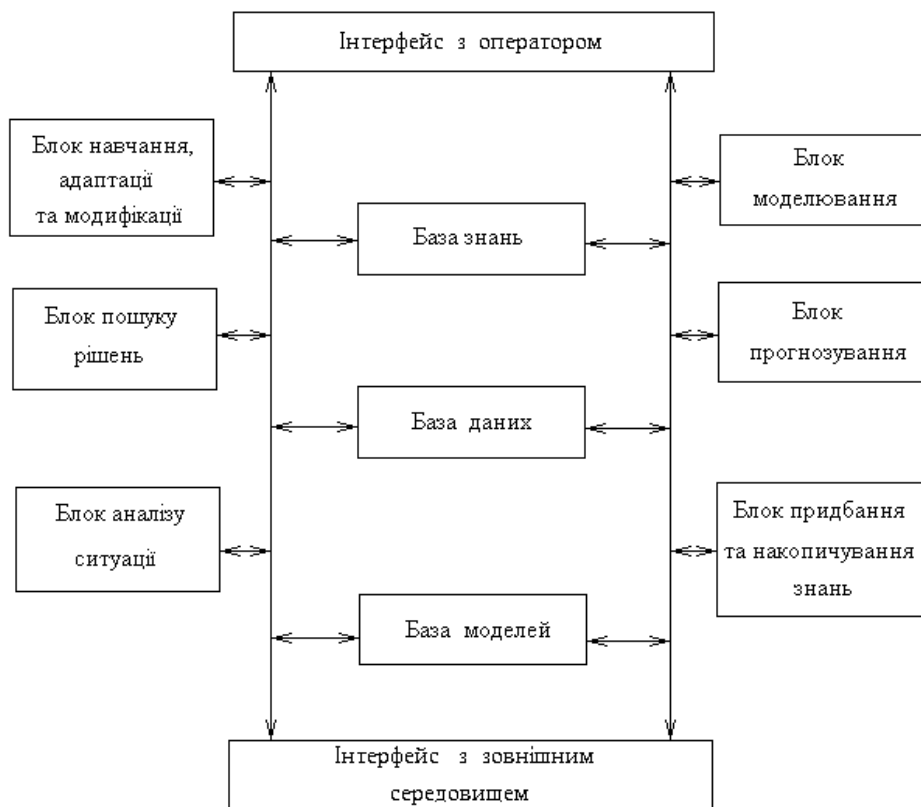
**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Однією з головних характеристик, за якими оцінюють якісні показники системи контролювання й керування, є швидкість. Причому швидкість роботи всієї системи залежить від швидкості отримання даних, передавання й оброблення їх, швидкості алгоритмів розпізнавання та прийняття рішень.

Для деяких процесів на виробництві швидкість розпізнавання, прийняття рішення й своєчасне втручання в технологічний процес має вирішальне значення. Своєчасне отримання достовірної інформації дає змогу оперативно керувати процесом виробництва продукції для усунення можливості появи браку й отримання кінцевого продукту з найкращими споживчими властивостями.

Багато прекрасних програм, алгоритмів, технічних реалізацій підсистем розпізнавання, які дають високу точність розпізнавання, не будуть актуальними або не знайдуть широкого

практичного застосування, якщо не витримають вимог щодо швидкості. Правильно обраний алгоритм розв'язання будь-якої підзадачі та його оптимізація можуть у кілька разів скоротити час роботи програмного забезпечення або системи й на порядок змінити якісні показники всієї системи загалом. Не випадково алгоритмам присвячено багато книг і статей.

Вимога високих швидкостей розпізнавання потребує застосування нових технологій і алгоритмів. Сучасні автоматичні системи контролювання продукції, що випускають, мають надавати протокол спостереження й розпізнавання в реальному масштабі часу для можливості своєчасного втручання в технологічний процес, щоб звести до мінімуму причини зниження якості. Інакше впровадження їх на виробництві буде малоефективним. Базову архітектуру систем розпізнавання, контролювання й прийняття рішень [1] наведено на рисунку 1.



**Рисунок 1.** Архітектура систем контролювання, розпізнавання й прийняття рішення

Найкритичнішими в сенсі швидкості є підсистема отримання інформації, зокрема підсистема технічного зору й підсистема розпізнавання, які зазвичай тісно взаємодіють між собою. Магістральний напрямок усіх наукових, методичних і технічних розроблень у сфері технічного зору, розпізнавання й контролювання ґрунтується на прямому вирішенні питання, а саме, на отриманні зображення й далі, після фільтрації, на виділенні контурів та/чи багатьох інших операцій для його подальшого аналізування [1–9]. Цей підхід є логічним і закономірним. Проте всі, хто намагався вирішувати цю проблему на технічному рівні, знають про його істотні труднощі й недоліки. Одна з проблем полягає в тому, що потрібно опрацювати дуже багато апріорної інформації про об'єкт, який розпізнають, або про його стан, який потрібно достовірно визначити. Проблеми ускладнюються необхідністю виділення істотних ознак, які будуть інваріантними до афінних перетворень і контекстних особливостей, такими як, наприклад, коли один предмет затуляється частково іншим або його розглядають в іншому ракурсі [10].

**Метою статті** є розроблення функційної схеми інтелектуальної автоматичної системи

контролювання й керування та формулювання вимог, обмежень і можливостей такої системи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В основі максимально швидких процесів оброблення інформації, зокрема й візуальної, лежать такі механізми, як несимвольне подання даних і розподілені методи їх оброблення, висока швидкість яких забезпечується їхньою малою глибиною з надвисоким рівнем паралелізму, сутність якого мало подібна до паралелізму звичайних обчислювальних систем. Використання механізмів оброблення візуальних образів, подібних за своїми принципами до механізмів, які застосовує людина, дасть змогу істотно підвищити швидкість і якість розпізнавання. Для цього необхідно врахувати можливість моделювання розпізнавання й прийняття рішення у поняттях специфічного конструктивного подання процесу перетворення інформації. У разі використання методу компенсації інформаційних потоків [10, 11] можна поєднати функційно і за часом процес сканування й порівняння з еталоном. Така система працює за принципом компенсації зовнішніх збурень. І, як відомо з теорії автоматичного керування, саме цей фундаментальний принцип побудови дає можливість створити систему, інваріантну до змін навколишнього світу, а точніше навколишніх образів, які необхідно розпізнавати. Отже, система працює за принципом перевіряння гіпотез, які формують заздалегідь на етапі розроблення, налаштування й навчання системи. Інтелектуальна автоматична система в процесі розпізнавання об'єктів використовує попередню інформацію і може в низці задач знехтувати такими параметрами, як зміна розмірів та орієнтація фігур, пропусками в їх зображенні тощо. Автоматична система з елементами штучного інтелекту не потребує повністю нормалізованого й очищеного від перешкод зображення, оскільки, сприймаючи його спотвореним і з наявністю шумів, вона все одно може його розпізнати. Можливості перевірити гіпотезу за різних збурень досягають за рахунок інтелектуального керування генерацією еталонів відомих образів:

$$I' = I_1 U_1 + I_2 U_2, \quad (1)$$

де  $I'$  – еластичний еталон, що генерується системою під час перевіряння гіпотези;  $I_1$  – недеформований еталон (середньостатистичний образ);  $U_1$  – управління деформаціями еталонів;  $I_2$  – матриця впливів, що збурюють, і завад;  $U_2$  – керування генерацією збурень і завад.

За рахунок цього досягають вивільнення підсистем розпізнавання та прийняття розв'язків від задачі оброблення великої кількості даних, зокрема візуальних даних. Тобто підсистема розпізнавання оброблятиме тільки сигнал неузгодженості між спостережуваним зображенням і його еластичним еталоном:

$$\delta = I - I' = I - (I_1 U_1 + I_2 U_2), \quad (2)$$

де  $I$  – зображення об'єкта, що спостерігають.

Параметри  $U_1$  і  $U_2$  на етапі зведення  $\delta$  до мінімуму відомі й, отже, підсистемі розпізнавання не важко прийняти рішення про відповідність об'єкта, що спостерігають, обраному класу образів і про те, наскільки цей об'єкт деформовано або закрито іншими відомими об'єктами.

Ця система має природне обмеження, яке полягає в тому, що вона не може розпізнати того, чого немає в її базі даних. Значення обмеження закладено в параметрах  $U_1$  та  $U_2$  і формується на етапі навчання системи або на підставі апріорних даних.

Використовуючи простий і достатній критерій достовірності прийняття рішення, в процедурі розпізнавання й прийняття рішення з причини відсутності взаємної інформації в системі з еталоном, відносно образу зі вхідного алфавіту

$$\omega = \omega^* \quad \text{if} \quad I(\omega / \omega^*) = 0, \quad (3)$$

складно знайти зв'язок інформації зі змінними стану системи, що спостерігають.

Для рахункової множини об'єктів  $\Omega$ ;  $\omega_j \in \Omega$ ;  $j = 1, 2, \dots, n$ , і для інформації про множини об'єктів  $\Omega$ , що подають упорядкованою, рахунковою множиною еталонів  $\Omega^*$ ,  $\omega^*_i \in \Omega^*$ ;  $i = 1, 2, \dots, n$ , об'єкт породжує інформацію  $I_\omega$ . Цю інформацію порівнюють з інформацією, породженою еталоном  $I_{\omega^*_i}$ . В результаті порівняння формується інформація про відхилення об'єкта й еталона  $I_\varepsilon = I_{\omega / \omega^*_i}$ .

Беручи виходом системи у номер еталона, ідентифікованого як об'єкт  $y = i^*$ , отримуємо процедуру прийняття розв'язку:

$$y = i^* \quad \text{if} \quad i^* \xrightarrow[\omega^* \in \Omega^*]{\omega \in \Omega} \min \min I_{\omega / \omega^*_i}. \quad (4)$$

Зазвичай у цьому разі операція може супроводжуватися затримками в обчисленнях, але при цьому легко формується критерій якості системи – ідентифікацію елементів множини об'єктів може бути проведено без помилок відносно множини еталонів, якщо для будь-якого  $i = 1, 2, \dots, n$  можна досягти  $I_{\omega / \omega^*_i} = 0$ .

Події в просторі об'єктів, що належать до збурень або перешкод  $g \in G$ , породжують інформацію  $I_g$ . Тоді об'єднання об'єктів та збурень  $\Omega \cup G$  породжує інформацію  $I_{\omega g}$  і процедуру прийняття розв'язку:

$$y = i^* \quad \text{if} \quad i^* \xrightarrow[\substack{\omega \in \Omega \\ \omega^* \in \Omega^* \\ g \in G}]{\omega \in \Omega} \min \min I_{\omega g / \omega^*_i}. \quad (5)$$

У цьому разі умова досяжності  $I_{\omega g / \omega^*_i} = 0$  для будь-якого  $i = 1, 2, \dots, n$  залежить від збурень, а головне від наявності в системі інформації про ці збурення.

Використання можливостей сучасних інформаційних технологій і штучного інтелекту під час розроблення автоматичних систем контролювання й керування дає змогу вже на етапі розроблення й проектування закладати в майбутні системи функціонал, здатний до розвитку, вдосконалення й двостороннього обміну інформацією. Функційну схему автоматичної системи розпізнавання з елементами штучного інтелекту зображено на рисунку 2. Запропонована конфігурація відповідає архітектоніці функційної системи [11].

Інтелектуальна автоматична система функціонує за наявності впливу зовнішнього середовища, яке ініціює активність системи. Взаємодія системи й оточення здійснюється з інформаційного каналу, сформованого лініями інформаційних і керівних зв'язків. Від зовнішнього середовища виходять збурювання, впливаючи на стійкість системи, до нього ж належить глибинна семантика дій системи, охоплюючи оцінку досягнення результату. Зважаючи на це, інтелектуальна автоматична система створюється як інтелектуальний ресурс. Блок компенсації потоку візуальної інформації, що надходить від реального об'єкта потоком від еталона, можна реалізувати з використанням аналогових елементів, що значно підвищить швидкість її функціонування.

На виробництві для контролювання якості продукції характерна задача розпізнавання однотипних об'єктів. Це характерно також у задачах топологічних досліджень поверхонь, наприклад льодового покриву під час прокладання курсу в північних широтах. Для задач такого типу доцільно переважно використовувати суцесивну компенсацію інформаційних

потоків, оскільки, по-перше, часто вид і ступінь деформацій і збурень передбачувані й для їх зберігання потрібно менше системних ресурсів обчислювальної техніки. І, по-друге, оскільки більшість деформацій з'являються поступово, збільшуючись або зменшуючись у кожному наступному кадрі зображення. В цьому разі автоматична система з елементами штучного інтелекту встигає адаптуватися й якісніше здійснювати позиціонування зображення еталона на зображення контрольованого об'єкта.

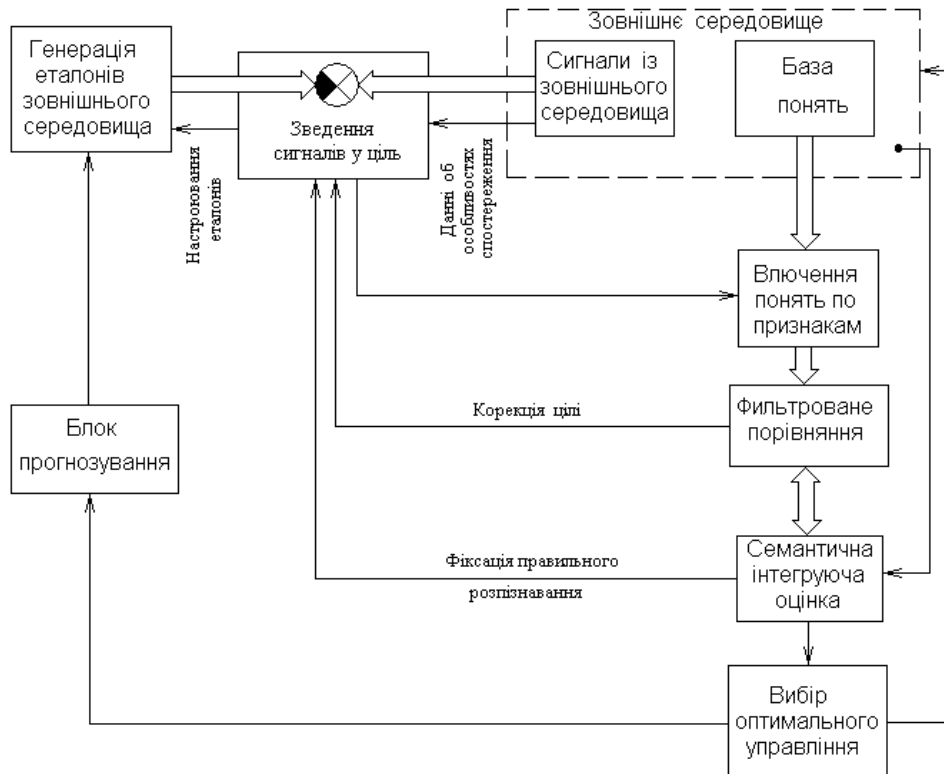


Рисунок 2. Функційна схема інтелектуальної системи контролювання

Для генерації еталонів об'єктів і процесів навколишнього середовища доцільно використовувати математичні моделі, які отримують, зважаючи на морфогенетичні рівняння або технології отримання готової контрольованої продукції. Такий підхід дасть змогу враховувати всі структурні особливості об'єктів, які тією чи іншою мірою впливають на формування плоского зображення, що отримують від системи машинного зору для подальшого аналізування. Це особливо актуально для систем з елементами штучного інтелекту, які працюють за принципом перевіряння гіпотез, тобто систем, які намагаються вгадати або передбачити стан об'єктів чи навколишнього середовища. Такі системи мають хороші показники для навчання й самонавчання.

Аналізування отриманої функційної схеми засвідчує, що для автоматичних систем контролювання якості готової продукції на виробництві вона є оптимальною з фінансових, часових і якісних показників.

**Висновки.** Запропонована функційна схема автоматичної системи контролювання й керування з використанням методів компенсації інформаційних потоків і генерації еталонів дає змогу підвищити швидкість роботи системи загалом. Запропоновані методи роблять автоматичну систему інваріантною до збурень. Впровадження сучасних інформаційних технологій дасть змогу системі працювати в реальному масштабі часу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Варшавский П. Р. Поиск решения на основе структурной аналогии для интеллектуальных систем поддержки принятия решений / П. Р. Варшавский, А. П. Еремеев // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – № 1. – 2005. – С. 97–109.
2. Терновая Т. И. Обнаружение и оценка изменения состояния объекта в информационно-управляющих комплексах / Терновая Т. И., Каштальян П. В., Рожков С. А. // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2018. – № 3 (66). – Том. 2. – С. 311–318.
3. Федотов Н. Г. Повышение интеллектуальности распознающих систем на основе компьютерной генерации признаков / Н. Г. Федотов, Л. А. Шульга // Труды конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». Научное издание. – М. : Издательство физико-математической литературы, 2001. – С.193–200.
4. Ташлинский А. Г. Оценивание параметров пространственных деформаций последовательностей изображений / А. Г. Ташлинский. – Ульяновск : УлГТУ, 2000. – 131 с.
5. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Форсайт Д., Понс Ж. // –М. : Пер. с англ. – Москва : Издательский дом «Вильямс», 2004. – 928 с.
6. Архангельский В. И. Виртуальная реальность в системах телеавтоматизации /В. И. Архангельский, Н. Н. Богаенко, Г. Г. Грабовский, Н. А. Рюмшин // Автоматизація виробничих процесів. – 2004. – № 1. – С.1–9 .
7. Деклараційний Патент України № 30433 А, МПК 6 G 06K 9/00 /–№4707484/SU Пристрій для визначення просторового зміщення зображення об'єкта по відношенню до еталону зображення / Тернова Т. І., Храпливий А. П., Бражник О. М., Тимофєєв К. В., Рожков С. О.; Заявл. 07.05.98; Опубл. 15.11.2000, Бюл. № 6–II. – 2 с.
8. Тернова Т. І. Методи моделювання і аналізу просторово-часових деформацій сенсорних мереж / Т. І. Тернова // Вісник Національного університету «Львівська політехніка» «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». – 2011. – № 710. – С.197–203.
9. Щепин М. В. Автоматизированный анализ изображений аэрокосмических фотопланов / Щепин М. В. // Третья Всерос. открытая конф. «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Сб. науч. статей. Вып. 3. – М. : ООО «Азбука 2000», 2006. – Т. 1. – С. 143–146.
10. Терновая Т. И. Использование элементов искусственного интеллекта в автоматических системах распознавания / Т. И. Терновая, А. М. Бражник // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2006. – № 3(26). – С. 166–172.
11. Бражник Д. О. Розпізнавання методом компенсації інформаційних потоків / Д. О. Бражник, Т. І. Тернова, Л. О. Фаніна // Матеріали восьмої всеукраїнської міжнародної конференції з оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів. 28–31 серпня 2006 р., м. Київ, Україна: Київ, 2006. – С.43–47.

**Терновая Т. И., Круглая Н. А., Сердюк О. И.**

### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

*В статье рассматриваются вопросы внедрения информационных технологий в автоматические системы управления для повышения качественных характеристик выпускаемой продукции. Сделано научное обоснование необходимости внедрения методов компенсации информационных потоков и генерации эталонов для повышения скорости функционирования автоматической системы. В работе разработана функциональная схема интеллектуальной системы автоматического контроля и управления, сформулированы требования и возможности такой системы. Предложенная функциональная схема автоматической системы позволяет повысить скорость работы системы в целом. Предложенные методы делают автоматическую систему инвариантной к возмущениям. Внедрение информационных технологий позволит работать системе в реальном масштабе времени.*

**Ключевые слова:** автоматическое управление, мониторинг технологического процесса, искусственный интеллект, автоматическая система распознавания.

**Ternova T. I., Krugla N. A., Serdiuk O. I.**

#### **INFORMATION TECHNOLOGIES IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS**

*The article deals with the issues of introducing information technologies into automatic control systems to improve the quality characteristics of the manufactured products. A scientific justification was made for the need to introduce methods for compensating information flows and generation of standards to increase the speed of operation of an automatic system. In the work, a functional diagram of an intelligent system of automatic control and management has been developed, the requirements and capabilities of such a system have been formulated. The proposed functional diagram of the automatic system allows you to increase the speed of the system as a whole. The proposed methods make the automatic system invariant to perturbations. The introduction of information technology will allow the system to work in real time.*

**Key words:** automatic control, monitoring of the technological process, artificial intelligence, automatic recognition system

Рецензент: Сис В. Б., д-р техн. наук,  
професор, Херсонський національний  
технічний університет, м. Херсон

УДК 637.5 - 004.12

**Шубіна Л. Ю., Янушкевич Д. А., Афанасьєва В. А., Лисенко В. В.**

#### **ВПЛИВ РОСЛИННИХ ПОРОШКІВ НА ЯКІСТЬ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ**

*У статті розглянуто питання розроблення нових рецептур м'ясних паштетів функційного призначення. Перспективним шляхом розроблення технології м'ясних виробів функційного призначення є використання функційних інгредієнтів рослинного походження, що містять харчові волокна, макро- й мікроелементи, вітаміни та інші біологічно активні речовини. Подано результати досліджень розроблених рецептур модельних паштетів із рослинним компонентом – клітковиною з насіння розторопші.*

**Ключові слова:** харчові продукти функційного призначення, м'ясні паштети, клітковина з насіння розторопші, модельні м'ясні паштети, харчова цінність.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Наразі різноманітні несприятливі чинники – вплив навколишнього середовища, неповноцінне харчування, гіподинамія, надмірні емоційні навантаження – призводять до різкого зниження імунітету, порушення обміну речовин в організмі. Для лікування та профілактики захворювань традиційна й нетрадиційна медицина широко рекомендує до вживання безпечні та недорогі речовини рослинного походження – харчові волокна [1].