

ISSN 2307-5732

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

3.2017

ВІСНИК

**Хмельницького
національного
університету**

Технічні науки
Technical sciences

SCIENTIFIC JOURNAL

HERALD OF KHMELNYTSKYI NATIONAL UNIVERSITY

2017, Issue 3, Volume 249

Хмельницький

**ВІСНИК
ХМЕЛЬНИЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
серія: Технічні науки**

Затверджений як фахове видання (перереєстрація)
Наказ МОН 04.07.2014 №793

Засновано в липні 1997 р.

Виходить 6 разів на рік

Хмельницький, 2017, № 3 (249)

**Засновник і видавець: Хмельницький національний університет
(до 2005 р. – Технологічний університет Поділля, м. Хмельницький)**

Включено до наукометричних баз:

Google Scholar	http://scholar.google.com.ua/citations?hl=uk&user=aIUP9OYAAAAJ
Index Copernicus	http://jml2012.indexcopernicus.com/passport.php?id=4538&id_lang=3
РИНЦ	http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37650
Polish Scholarly Bibliography	https://pbn.nauka.gov.pl/journals/46221

Головний редактор **Скиба М. Є.**, д.т.н., професор, заслужений працівник народної освіти України, член-кореспондент Національної академії педагогічних наук України, ректор Хмельницького національного університету

Заступник головного редактора **Войнаренко М. П.**, д. е. н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, член-кореспондент Національної академії наук України, проректор з науково-педагогічної та наукової роботи, перший проректор Хмельницького національного університету

Голова редакційної колегії серії "Технічні науки" **Бойко Ю.М.**, д. т. н., професор кафедри телекомунікацій та радіотехніки, начальник науково-дослідної частини Хмельницького національного університету

Відповідальний секретар **Гуляєва В. О.**, завідувач відділом інтелектуальної власності і трансферу технологій Хмельницького національного університету

Ч л е н и р е д к о л е г і ї

Технічні науки

Березненко М.П., д.т.н., Бойко Ю.М., д.т.н. Бубулис Алгимантас, д.т.н. (Литва), Гордєєв А.І., д.т.н., Грабко В.В., д.т.н., Диха О.В., д.т.н., Жултовський Б., д.т.н. (Польща), Зубков А.М., д.т.н., Каплун В.Г., д.т.н., Карван С.А., д.т.н., Карташов В.М., д.т.н., Кичак В.М., д.т.н., Кіницький Я.Т., д.т.н., Коновал В.П., д.т.н., Коробко Є.В., д.т.н. (Білорусія), Костогриз С.Г., д.т.н., Лунтовський А.О., д.т.н. (Німеччина), Мазур М.П., д.т.н., Мандзюк І.А., д.т.н., Мартинюк В.В., д.т.н., Мельничук П.П., д.т.н., Мясіщев О.А., д.т.н., Натріашвілі Т.М., д.т.н. (Грузія), Нелін Є.А., д.т.н., Павлов С.В., д.т.н., Поморова О.В., д.т.н., Попов В., доктор природничих наук (Німеччина), Прохорова І.А., д.т.н., Рогатинський Р.М., д.т.н., Ройзман В.П., д.т.н., Рудницький В.Б., д.фіз.-мат.н., Сарібеков Г.С., д.т.н., Семенко А.І., д.т.н., Сілін Р.І., д.т.н., Славінська А.Л., д.т.н., Сорокатий Р.В., д.т.н., Сурженко Є.Я., д.т.н. (Росія), Шинкарук О.М., д.т.н., Шклярський В.І., д.т.н., Щербань Ю.Ю., д.т.н., Ясній П.В., д.т.н.

Технічний редактор Горященко К. Л., к.т.н.
Редактор-коректор Брожено В. О.

**Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Хмельницького національного університету,
протокол № 13 від 25.05.2017 р.**

Адреса редакції: редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету"
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, Україна, 29016

т	(038-22) 2-51-08	web:	http://journals.khnu.km.ua/vestnik
e-mail:	visnyk.khnu@gmail.com		http://vestnik.ho.com.ua
			http://lib.khnu.km.ua/visnyk_tup.htm

Зареєстровано Міністерством України у справах преси та інформації.
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 9722 від 29 березня 2005 року

© Хмельницький національний університет, 2017
© Редакція журналу "Вісник Хмельницького національного університету", 2017

ЗМІСТ

МАШИНОЗНАВСТВО ТА ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

А.О. СЯСЬКИЙ, Н.В. ШЕВЦОВА ПЕРЕДАЧА ПАРИ СИЛ ДО КОНТУРУ КРИВОЛІНІЙНОГО ОТВОРУ ПЛАСТИНКИ ЧЕРЕЗ СИСТЕМУ ОДНАКОВИХ ПРУЖНИХ РЕБЕР	7
Я.Т. КІНИЦЬКИЙ, П.В. МІНЯЙЛО КІНЕМАТИКА ВАЖЛИВИХ МЕХАНІЗМІВ ІЗ ЗУПИНКОЮ ВИХІДНОЇ ЛАНКИ, ОДЕРЖАНИХ НА БАЗІ ПРЯМОЛІНІЙНО-НАПРЯМНОГО КРИВОШИПНО-ПОВЗУННОГО МЕХАНІЗМУ	14
І.О. ПОХИЛЬЧУК, Т.О. ГАЛИЦЬКИЙ, О.Р. СТРІЛЕЦЬ, З.К. САСЮК МЕТОДИКА ПІДБОРУ МАТЕРІАЛІВ ПАР ТЕРТЯ НОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ТОРЦЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ ПІДВИЩЕНОЇ ГЕРМЕТИЧНОСТІ	17
О.Р. СТРІЛЕЦЬ ОБґРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ ЗУБЧАСТОЇ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ З ВЕДУЧИМ ВОДИЛОМ І ВЕДЕНИМ ЕПІЦИКЛОМ АБО НАВПАКИ У ПРИСТРОЇ ЗМІНИ ШВИДКОСТІ	21
В.С. КУРСКОЙ, В.В. ЛЮХОВЕЦЬ, О.С. ЗДИБЕЛЬ АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЖИВЛЕННЯ ЦИКЛІЧНО-КОМУТОВАНОГО РОЗРЯДУ В УСТАНОВКАХ АЗОТУВАННЯ	27
А.О. РАМСЬКИЙ ЗМЕНШЕННЯ НАПРУЖЕНЬ ПЛИТИ ПІД ДІЄЮ ЗОВНІШНЬОГО НАВАНТАЖЕННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОКРИТТЯ ЇЇ ШАРОМ ІЗ ПОЧАТКОВИМИ НАПРУЖЕННЯМИ	32
О.І. ПЕРЕДРІЙ, І.В. ЄМЧЕНКО ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ЗАХИСНОГО ПОКРИТТЯ НА ОСНОВІ НАПОВНЕНОГО ПОЛІАЛЮМОСИЛОКСАНУ ПІД ЧАС НАГРІВАННЯ	37
В.В. ЧАБАН, Є.О. КОРОБЧЕНКО ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ТОВАРОПРИЙОМНОГО МЕХАНІЗМУ ПРИ ПУСКУ КРУГЛОВ'ЯЗАЛЬНОЇ МАШИНИ	42
М.М. КОСПЮК, С.А. КОСТЮК ФОРМОУТВОРЕННЯ НЕПОВНИХ СФЕРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ НА УНІВЕРСАЛЬНИХ ВЕРСТАТАХ ТОКАРНОЇ ГРУПИ	47
Н.М. ЗАЩЕПКИНА, Ю.С. ГРЕЧУХА, Т.І. КУЛІК, Б.М. ЗЛОТЕНКО ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ТА КОНФІГУРАЦІЇ ЧАСТИН ЛИТИХ КОМБІНОВАНИХ ВИРОБІВ З ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ	52
О.М. ПИЛИПЕНКО, О.В. БАТРАЧЕНКО, І.М. ЛИТОВЧЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗАДНІХ СПОЙЛЕРІВ СІДЕЛЬНИХ АВТОПОТЯГІВ	60
В.А. НАСТАСЕНКО КАК РАСШИРИТЬ ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН COROCUT-3, MULTICUT 4 И RENTACUT В ОТРЕЗНЫХ РЕЗЦАХ	66
И.В. БЛАХ НОВАЯ РАЗНОВИДНОСТЬ ТРЕХСТОРОННИХ ДИСКОВЫХ СБОРНЫХ ФРЕЗ И ИХ ЭКСПЛУАТАЦИЯ	70
В.І. ОСИПЕНКО, Н.В. ФІЛІМОНОВА, О.В. БАТРАЧЕНКО ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОДАЧІ М'ЯСНОЇ СИРОВИНИ ШНЕКОМ ВОВЧКА	73

С.Л. ГОРЯЩЕНКО, С.В. УСПАЛЕНКО МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ТЕПЛО-ХОЛОДОАКУМУЛЮЮЧОЇ СИСТЕМИ	77
---	----

ТЕХНОЛОГІЇ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Л.П. ЧЕРТЕНКО, А.В. ГОПЕНКО ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ 3D САПР ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПОВЕРХНІ ВЗУТТЄВОЇ КОЛОДКИ	80
Л.В. КРАСНЮК, Л.О. ДЯК ПЕРЕДУМОВИ СТВОРЕННЯ ЧОЛОВІЧОЇ КУРТКИ З РОЗШИРЕНИМИ ФУНКЦІОНАЛЬНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ	86
О.В. НАХАЙЧУК, О.С. ЗАХАРОВ, А.А. МІЗРАХ ЗАСТОСУВАННЯ КЛЕЙОВИХ З'ЄДНАНЬ ДЕТАЛЕЙ ОДЯГУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЙОГО КОМФОРТНОСТІ	93
Г.С. ОЛІЙНИК, І.О. КОЛОС, Н.В. НАШИЛОВА ГЕОТЕКСТИЛЬ: ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ У ЛАНДШАФТНОМУ ДИЗАЙНІ	96
НЕВЗАТ А. ГЮНДЖЕГОРЮ НЕВЗАТ ПРИНЦИПЫ ОБЩЕГО РЕШЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ЗАДАЧ ПО ХИМИИ	100
Є.М. ЗАВЕРАЧ, А.Я. ГАНЗЮК, З.М. ПОБУТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СУЧАСНИХ АНТИСТАТИЧНИХ ПРЕПАРАТІВ ПРИ ОБРОБЦІ БЕЗВОРСОВИХ КИЛИМОВИХ ПОКРИТТІВ	103

РАДІОТЕХНІКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

Н.А. ФИЛИНЮК, Л.Б. ЛИЩИНСКАЯ, С.Е. ФУРСА, В.П. СТАХОВ ОЦЕНКА ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ МОНОИМИТАНСКОГО ЛОГИЧЕСКОГО С-ЭЛЕМЕНТА «И»	109
О.В. БОРОВИК, Р.В. РАЧОК, О.Ю. РУДИК, М.М. ДАРМОРОЗ РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ВЕЖ СИСТЕМИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ НА ОСНОВІ КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ	116
О.Є. ЗЕМЛЯНСЬКИЙ, К.Л. ГОРЯЩЕНКО, В.С. КОВАЛЬ, А.В. КЛЕПКОВСЬКИЙ КОНТРОЛЬ СТАНУ ОПТИЧНОЇ ЛІНІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ FDR	121
Й.Й. БЛИНСЬКИЙ, Б.П. КНИШ, Я.А. КУЛИК МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ФІЛЬТРІВ ПРИГЛУШЕННЯ ШУМІВ В ПАКЕТІ MATHCAD	125
Н.В. ТІТОВА, С.В. ПАВЛОВ, С.М. ЗЛЕПКО НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНА ФОТОННА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ ІНКУБАЦІЙНИМ ПРОЦЕСОМ	130
А.О. ПУЗАНОВ, Е.С. ГЕРАСИМЕНКО, Л.В. КАРПОВА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРАТКОВРЕМЕННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ СВЧ ГЕНЕРАТОРОВ. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ	136
І.С. ПЯТІН, Д.А. МАКАРИШКІН ДОСЛІДЖЕННЯ ПОСЛІДОВНОГО КАСКАДНОГО ТУРБОКОДУВАННЯ	142
Д.А. МАКАРИШКІН, Н.М. САМАРУК, І.С. ПЯТІН МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СУПЕРКОНДЕНСАТОРА ДЛЯ ОПТИМІЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ГЕНЕРАТОРА ЗОНДУЮЧИХ ІМПУЛЬСІВ НАДШИРОКОСМУГОВИХ МОБІЛЬНИХ РАДІОЛОКАТОРІВ	145

О.В. ШЕФЕР СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛАЗМИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ СУПУТНИКОВИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ	155
К.А. МАМОНОВ, К.О. МЕТЕШКІН, М.О. ГРЕК РОЗРОБКА СТЕЙКХОЛДЕРНО-ОРІЄНТОВАНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ВПЛИВУ МІСТОБУДІВНИХ ФАКТОРІВ НА ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ МІСТ	160
І.Г. ЧИЖ, Я.В. КОПИЛОВ, В.С. МИРОНОВИЧ АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОМЕТРІЇ ОКА ПРИ ХІРУРГІЇ КАТАРАКТИ	165
О.Н. РОМАНЮК, О.В. МЕЛЬНИК, І.В. АБРАМЧУК ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ КРОКОВИХ ПРИРОСТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ КОЛА НА ГЕКСАГОНАЛЬНОМУ РАСТРІ	172
Н.С. СВІРНЕВСКИЙ РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ПРОГРАММЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ, СВЯЗАННЫХ С АФФИННЫМИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ ПРОСТРАНСТВА	176
Т.О. ГОВОРУЩЕНКО ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ДОСТАТНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	186
С.М. ЛИСЕНКО, К.Ю. БОБРОВНИКОВА, В.І. ДМИТРУК, А.С. АДАМЕНКО МЕТОД ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ В КОРПОРАТИВНИХ МЕРЕЖАХ НА ОСНОВІ САМОАДАПТИВНОСТІ	196
К.М. ЯЛОВА, К.В. ЯШИНА УНІВЕРСАЛЬНА ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ АКАДЕМІЧНОЇ MASSIVE OPEN ON-LINE COURSE ПЛАТФОРМИ	201
Т.К. СКРИПНИК, Е.А. МАНЗЮК, С.О. СВИСТУН АРХІТЕКТУРА КАРКАСУ MODEL-VIEW-CONTROLLER ПРИ РОЗРОБЦІ ВЕБ-ДОДАТКІВ	208
Ю.П. ЗАСПА КОНТАКТНЕ ДИНАМО ЯК ГЕНЕРАТОР КОГЕРЕНТНИХ КОСМІЧНИХ ФОРМ РУХУ ТА ДЖЕРЕЛО ПЛАНЕТАРНОЇ, СОЛЯЧНОЇ, ГАЛАКТИЧНОЇ І МЕТАГАЛАКТИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМУ. ЧАСТИНА VII	212
А.О. БЕРЕЗА, М.М. БИКОВ, В.В. КОВТУН ОПТИМІЗАЦІЯ АЛФАВІТУ ІНФОРМАТИВНИХ ОЗНАК ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗПІЗНАВАННЯ МОВЦІВ КРИТИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ	222
О.В. ІВАНОВ, А.О. НІЧЕПОРУК, Р.Є. БЕЛЬФЕР, Б.О. САВЕНКО ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ КОРПОРАТИВНОГО ДОДАТКУ НА ПРИКЛАДІ СИСТЕМИ ОБЛІКУ РОБІТ ПІДПРИЄМСТВА	228
О.А. КРАВЧУК ПРАКТИЧНИЙ ОГЛЯД PHP 7	231
О.П. ВОЙТОВИЧ, М.В. ГУРСЬКИЙ, Л.М. КУПЕРШТЕЙН, Д.С. СНІГОВИЙ ЗАСІБ МОНІТОРИНГУ ДЛЯ ОПЕРАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ANDROID	236
К.Л. ГОРЯЩЕНКО, В.П. НЕЗДОРОВІН, В.С. КОВАЛЬ ВПРОВАДЖЕННЯ СТАНДАРТУ IEEE 1901 ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ПО ПРОВОДОВИХ ЛІНІЯХ	242
Є.Г. ГНАТЧУК, С.А. ДИКУН МОДЕЛЬ ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ ДАНИХ КОРИСТУВАЧА В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ	245

2. Laferriere J., Taws R., Wolszczak S. "Guide to Fiber Optic Measurements», Wavetek, 1998.
3. M. Wegmuller, M.Legre, P.Oboson, O. Guinnard, C.Vinegoni, N.Gisin, " Analysis of the polarization evolution in a ribbon cable using high resolution coherent OF DR", IEEE Photon. Technol. Lett., vol.13, n2, 2001.
4. Wegmuller M., J.P. von der Weid, P.Oboson, N.Gisin, "High resolution fibre distributed measurements with Cogerent OFDR", Proc. ECOC, vol.4, Munich, Germany, 2000, pp. 109-110.
5. Horiashchenko Kostyantyn. Spectral components definition of the signal with harmonic signal noninteger period components / К. Horiashchenko, O.I. Maydanets // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах": сб. наук. пр. – Одеса, 6-12 червня 2014 р. – С.71-72
6. Свинцов А. Г., Слуцкий Н. А. "Системы мониторинга в волоконно - оптических сетях связи", Вестник связи , № 12, 2000.

Отримана/Received : 23.4.2017 р. Надрукована/Printed : 10.6.2017 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Романюк В.В.

УДК 681.12

Й.Й. БЛИНСЬКИЙ, Б.П. КНИШ, Я.А. КУЛИК
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ФІЛЬТРІВ ПРИГЛУШЕННЯ ШУМІВ В ПАКЕТІ MATHCAD

Розроблено методику оцінювання якості роботи фільтрів приглушення шумів в пакеті Mathcad, що дозволяє визначати ефективність фільтрів в роботі з різними видами шуму та використати отримані результати дослідження під час розробки різноманітних науково-методичних робіт для дисциплін, пов'язаних з обробкою зображень.

Ключові слова: фільтр, шум, приглушення, критерій, піксел.

Y.Y. BILINSKIY, B.P. KNYSH, Y.A. KULYK
Vinnytsia National Technical University, Ukraine

QUALITY ESTIMATION METHODOLOGY OF FILTER PERFORMANCE FOR SUPPRESSION NOISE IN THE MATHCAD PACKAGE

The goal is to develop a methodology of estimation the quality of noise suppression filters using MathCAD package, which in future can be used for development of laboratory and practical courses for subjects related to image processing. In the paper was considered the median filter and Gaussian filter, whose work is researched on suppression pulse and Gaussian noise. Established that the Gaussian filter is more effective compared to the median filter at a value of impulse noise more than 10%. At the same time, the median filter is more effective compared to the Gaussian filter Gaussian noise at a value of more than 10%. The results can be used in the future in the development of laboratory and practical courses which is related to image processing, including "Electronic Systems", "Computer Graphics" for students of branches 15 - "Automation and Instrumentation" and 17 - "Electronics and Telecommunications".

Keywords: filter, noise suppression, criterion, pixel.

Вступ

Обробка зображень має надзвичайно важливе значення в сучасній науці, тому постійно розвивається та вдосконалюється. Вона широко застосовується в промисловості, мистецтві, медицині, космосі, при керуванні процесами, автоматизації виявлення об'єктів, розпізнаванні образів і в багатьох інших галузях. Канали передачі сигналів вимагають забезпечення передачі все більших потоків інформації. Формування, поліпшення якості та автоматизація її обробки є предметом сучасних досліджень та розробок. Сьогодні важко уявити область діяльності, у якій можна обійтися без обробки зображень, адже вона дозволяє вирішувати широке коло завдань, таких як поліпшення якості, розпізнавання, стиснення, вимірювання параметрів зображення, спектральний аналіз багатомірних сигналів, тощо. Таким чином, наявність цієї тематики в навчальному процесі відповідає сучасним тенденціям. Обробка зображень розглядається під час вивчення різних дисциплін, зокрема «Електронні системи», «Комп'ютерна графіка» для студентів галузей знань 15 – «Автоматизація та приладобудування» та 17 – «Електроніка та телекомунікації».

Обробка зображень здійснюється за допомогою пакетів, які широко використовуються в навчальному процесі, а саме Matlab та Mathcad. На сьогодні Matlab, а саме пакет Image Processing Toolbox, є найбільш потужним інструментом для моделювання і дослідження методів обробки зображень. Але ці методи в навчальному процесі зазвичай розглядаються поверхнево або лише з метою ознайомлення. Більш складні задачі по обробці зображень вирішуються під час виконання кваліфікаційних робіт. Крім того, ціна базової комерційної версії Matlab без інструментів складає близько 2000 дол. США і 100 дол. США для навчальних закладів з мінімальним набором інструментів. Це все в цілому ускладнює широке використання Matlab в навчальному процесі. В той самий час, Mathcad, а саме пакет Image Processing Extension Pack, включає велику кількість вбудованих функцій, які реалізують найбільш розповсюджені методи обробки зображень. Крім того, версія Portable є безкоштовною. Таким чином, достатній рівень функціональних

можливостей та доступність дозволяє Mathcad широко використовувати в навчальному процесі.

Однією з проблем обробки зображень, які сформовані різними інформаційними системами, є їх спотворення під дією завад або шумів. Це ускладнює як їхній візуальний аналіз, так і автоматичну обробку [1]. Тому використовують фільтрацію, яку здійснюють різноманітні фільтри, що застосовуються для розфокусування зображення та приглушення шуму. В результаті використання фільтрів досягається зменшення різких переходів рівнів інтенсивності шляхом заміни входних значень елементів зображення. Параметри цього процесу визначають якість роботи фільтра [2, 3], оцінка якої вимагає розробки спеціальної методики.

Таким чином, метою роботи є розробка методики оцінювання якості роботи фільтрів приглушення шумів за допомогою пакету Mathcad, яка в подальшому може використовуватись під час розробки лабораторних та практичних завдань для дисциплін, пов'язаних з обробкою зображень.

Основна частина

Будь-яке зображення є сукупністю пікселів різної інтенсивності. Зменшення різких переходів рівнів інтенсивності кожного пікселя зображення залежить від типу фільтра. Також надзвичайно важливим є рівень зашумленості зображення.

Найбільш поширеними видами шумів, які використовуються в навчальному процесі, є Гаусовий та імпульсний шуми. Пакет Mathcad дозволяє працювати з ними. Гаусовий шум характеризується додаванням до кожного пікселя зображення значень з відповідного нормального розподілу з нульовим середнім значенням. Такий шум з'являється в пристроях формування цифрових зображень [4]. Імпульсний шум характеризується заміною частини пікселів значеннями фіксованої або випадкової величини. Такий шум пов'язаний з втратами при передачі зображень по каналах зв'язку [4].

Найбільш поширеними фільтрами приглушення шуму, які використовуються в навчальному процесі, є медіанний фільтр та фільтр Гауса. Пакет Mathcad дозволяє працювати з ними. Медіанний фільтр – один з видів цифрових фільтрів, який широко використовується в цифровій обробці сигналів та зображень для зменшення рівня шуму. Значення відліків в середині вікна фільтра сортуються в порядку зростання (спадання) і отримані, таким чином, значення надходять на вихід фільтра. У разі парного числа відліків у вікні вихідне значення фільтра дорівнює середньому значенню двох відліків. Вікно переміщується уздовж сигналу, що фільтрується, і обчислення повторюються [5]. Фільтр Гауса – цифровий фільтр, в якого імпульсна перехідна функція є функцією Гауса. Фільтр Гауса не переналаштовує перехідну функцію та не максимізує постійну часу. Це пов'язано з тим, що фільтр Гауса має мінімально можливу групову затримку. Фільтр Гауса використовується для обробки двовимірних сигналів (зображень) з метою зниження рівня шуму та для отримання гаусівської модуляції [6].

Для кількісного оцінювання роботи фільтрів приглушення шуму використовують різноманітні критерії. В навчальному процесі це, зазвичай, $PSNR$ і $RMSE$ критерії. $PSNR$ – це критерій пікового співвідношення сигнал/шум (peak signal-to-noise ratio), який визначається формулою

$$PSNR(n, m) = 20 \text{Lg} \frac{255}{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N d(n_i, m_i)^2}}, \quad (1)$$

де N – загальне число пікселів на кожному зображенні;
 n_i, m_i – піксели двох зображень, що порівнюються;
 $d(n_i, m_i)$ – різниця між кольорами відповідних пікселів.

Відповідно до критерію, чим більше значення $PSNR$, тим вищою вважається якість роботи фільтра [7, 8].

$RMSE$ – критерій похибки фільтрації, який визначається формулою

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_i \sum_j (n(i, j) - m(i, j))^2}{N}}, \quad (2)$$

де N – кількість пікселів, що обробляються;
 $m(i, j)$ – фільтроване зображення;
 $n(i, j)$ – початкове зображення.

Для $RMSE$, чим нижче значення похибки фільтрації, тим вища якість роботи фільтра [9, 10].

Таким чином, використовуючи можливості Mathcad можна запропонувати методику оцінювання якості роботи фільтрів приглушення шумів, яка передбачає:

1. Введення та відображення еталонного зображення в Mathcad.
2. Виведення таблиці інтенсивностей пікселів еталонного зображення.
3. Зашумлення зображення імпульсним та Гаусовим шумами різної інтенсивності.
4. Фільтрація отриманих зображень медіанним фільтром та фільтром Гауса.

5. Обрахунок *PSNR* та *RMSE* критеріїв.
6. Занесення отриманих значень критеріїв в таблицю.
7. Аналіз отриманих результатів та оцінювання якості роботи фільтрів приглушення шумів.

Реалізація методики ілюструється нижченаведеним прикладом.

Вводиться еталонне зображення, тобто зображення з відомими параметрами, в Mathcad за допомогою операції `Image:="Image.bmp"`. Таблиця інтенсивностей пікселів цього зображення отримується шляхом виконання операції `M:=READBMP(Image)`.

Зашумлення еталонного зображення імпульсним та Гаусовим шумами різної інтенсивності в Mathcad відбувається згідно відомих операцій та функцій, які наведені в QuickSheets в розділі Graphing and Visualization / Image Processing та в довідці до пакету Image Processing Extension Pack, а саме в розділі Addition and Measurement of Noise.

На рис. 1 наведено еталонне зображення та зашумлені імпульсним шумом на 10%, 20 % і 40%.

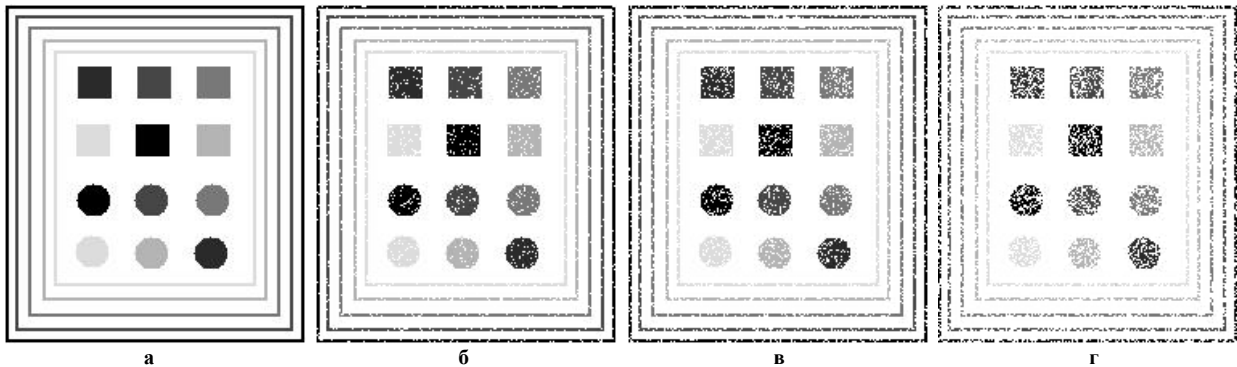


Рис. 1. Зображення: а – еталонне; б – зашумлене імпульсним шумом на 10%; в – зашумлене імпульсним шумом на 20%; г – зашумлене імпульсним шумом на 40%

Як видно з рис. 1, зі збільшенням зашумленості зображення спотворюється. Втрачаються піксели, що призводить до розривів контурів об'єктів зображення та втрати їх форми, особливо якщо значення інтенсивностей пікселів, які їх утворюють, є низькими.

На рис. 2 наведено еталонне зображення та зашумлені Гаусовим шумом на 10%, 20 % і 40%.

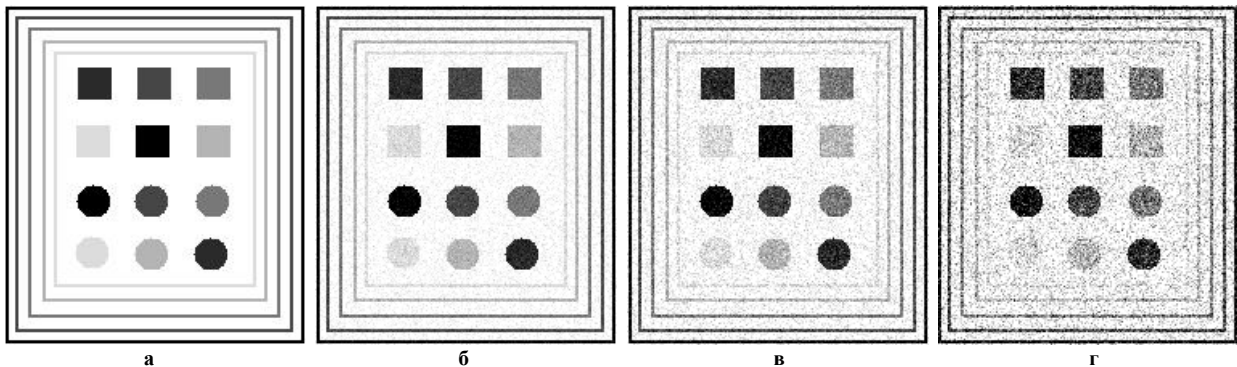


Рис. 2. Зображення: а – еталонне; б – зашумлене Гаусовим шумом на 10%; в – зашумлене Гаусовим шумом на 20%; г – зашумлене Гаусовим шумом на 40%

Як видно з рис. 2, зі збільшенням зашумленості зображення спотворюється. Причому зашумлюються не лише об'єкти зображення, а все зображення цілком. Це призводить до того, що на високих рівнях шуму певні об'єкти низької інтенсивності втрачаються.

Фільтрація зашумлених зображень медіанним фільтром та фільтром Гауса в Mathcad відбувається згідно відомих операцій та функцій, які наведені в довідці до пакету Image Processing Extension Pack, а саме в розділі Median and Quantile Filtering.

На рис. 3 наведено еталонне зображення та фільтровані медіанним фільтром зображення зашумлені імпульсним шумом.

Як видно з рис. 3, медіанний фільтр не ефективний для приглушення імпульсного шуму, оскільки при високих його рівнях зображення спотворюється до критичного рівня. Таким чином, медіанним фільтром можна приглушувати імпульсний шум до 10%.

На рис. 4 наведено еталонне зображення та фільтровані медіанним фільтром зображення зашумлені Гаусовим шумом.

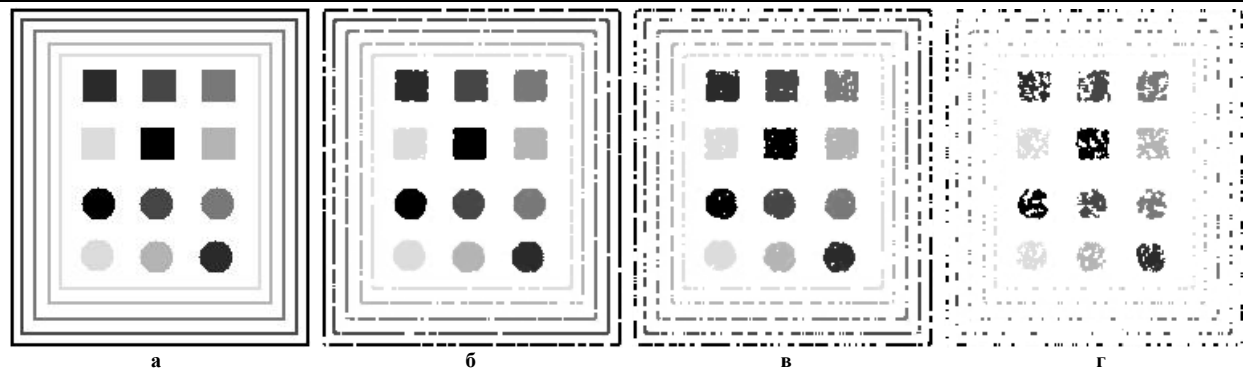


Рис. 3. Зображення: а – еталонне; б – фільтроване медіанним фільтром зображення зашумлене імпульсним шумом на 10%; в – фільтроване медіанним фільтром зображення зашумлене імпульсним шумом на 20%; г – фільтроване медіанним фільтром зображення зашумлене імпульсним шумом на 40%

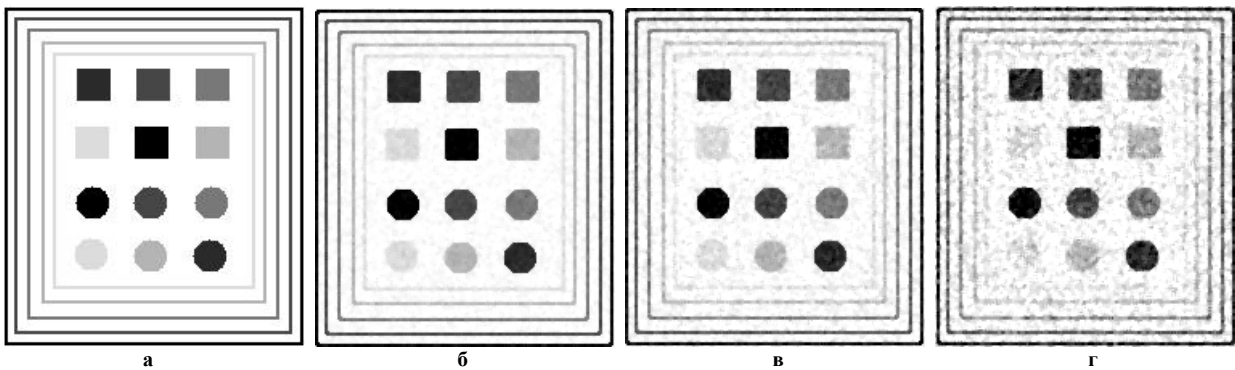


Рис. 4. Зображення: а – еталонне; б – фільтроване медіанним фільтром зображення зашумлене Гаусовим шумом на 10%; в – фільтроване медіанним фільтром зображення зашумлене Гаусовим шумом на 20%; г – фільтроване медіанним фільтром зображення зашумлене Гаусовим шумом на 40%

Як видно з рис. 4, медіанний фільтр ефективний для приглушення Гаусового шуму, особливо до 20%.

На рис. 5 наведено еталонне зображення та фільтровані фільтром Гауса зображення зашумлені імпульсним шумом.

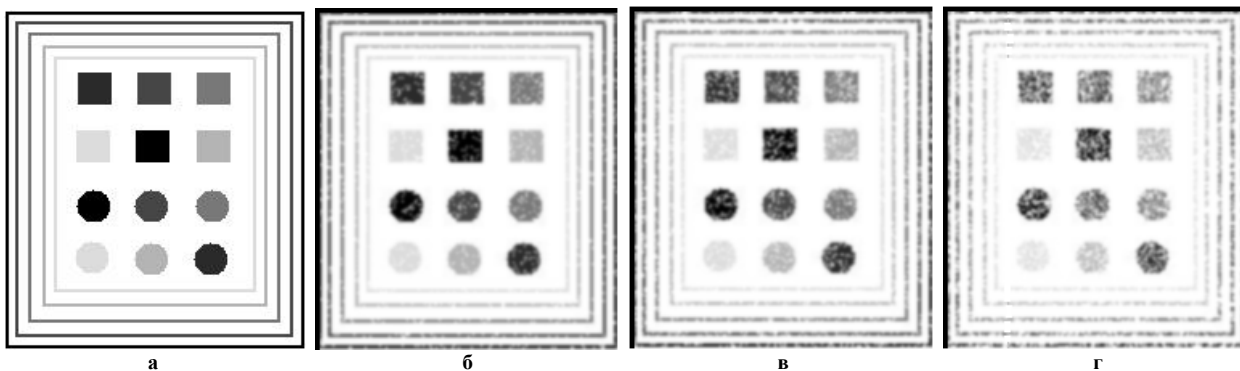


Рис. 5. Зображення: а – еталонне; б – фільтроване фільтром Гауса зображення зашумлене імпульсним шумом на 10%; в – фільтроване фільтром Гауса зображення зашумлене імпульсним шумом на 20%; г – фільтроване фільтром Гауса зображення зашумлене імпульсним шумом на 40%

Як видно з рис. 5, фільтр Гауса ефективний для приглушення імпульсного шуму, особливо до 40%. Відфільтроване зображення містить мінімальну кількість втрачених пікселів (розривів) в порівнянні з аналогічною фільтрацією медіанним фільтром.

На рис. 6 наведено еталонне зображення та фільтровані фільтром Гауса зображення зашумлені Гаусовим шумом.

Як видно з рис. 6, фільтр Гауса теж ефективний для приглушення Гаусового шуму, але в порівнянні з аналогічною фільтрацією медіанним фільтром якість є нижчою, особливо при рівнях шуму більше 40%.

Обрахунок *PSNR* та *RMSE* критеріїв в пакеті Mathcad відбувається згідно вищенаведених формул (1) та (2). Отримані значення критеріїв для кожного фільтра при всіх видах шумів різної інтенсивності заносяться в таблицю.

У табл. 1 наведено результати досліджень приглушення шуму розглянутими фільтрами.

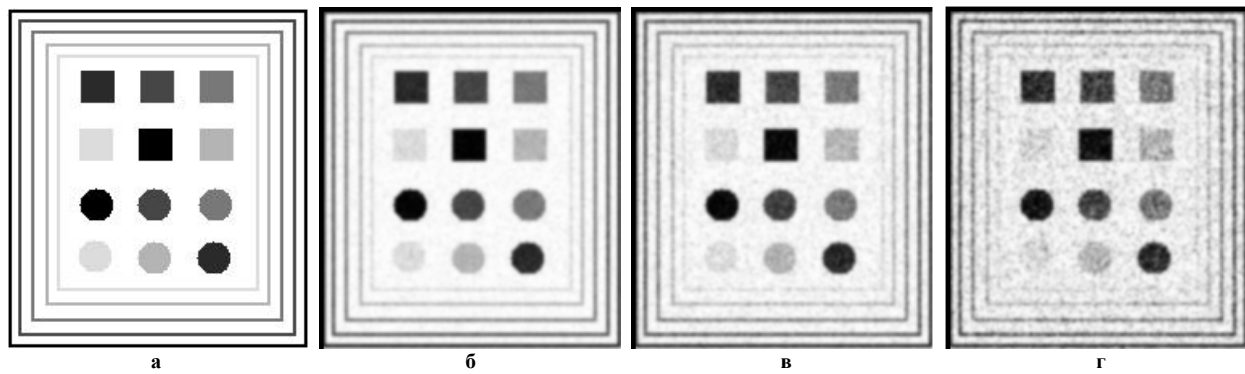


Рис. 6. Зображення: а – еталонне; б – фільтроване фільтром Гауса зображення зашумлене Гаусовим шумом на 10%; в – фільтроване фільтром Гауса зображення зашумлене Гаусовим шумом на 20%; г – фільтроване фільтром Гауса зображення зашумлене Гаусовим шумом на 40%

Таблиця 1

Результати досліджень приглушення шуму

	Імпульсний шум						Гаусовий шум					
	10%		20%		40%		10%		20%		40%	
	PSNR	RMSE	PSNR	RMSE	PSNR	RMSE	PSNR	RMSE	PSNR	RMSE	PSNR	RMSE
Без фільтрації	36,15	3,98	29,81	8,24	23,98	16,13	37,7	3,29	31,7	6,56	25,4	13,65
Медіанний фільтр	38	3,21	27,78	10,41	16,13	24,59	48,71	0,94	42,5	1,91	34,72	4,68
Фільтр Гауса	43,61	1,68	32,92	5,76	25,67	13,28	33,53	5,37	29,44	8,59	24,24	15,64

Аналіз результатів показує, що фільтр Гауса є більш ефективним в порівнянні з медіанним фільтром при величині імпульсного шуму більше 10%. В той самий час, медіанний фільтр є більш ефективним в порівнянні з фільтром Гауса при величині Гаусового шуму більше 10%.

Висновок

В роботі розроблено методику оцінювання якості роботи фільтрів приглушення шумів за допомогою пакету Mathcad, яка в подальшому може використовуватись під час розробки лабораторних та практичних завдань для дисциплін, пов'язаних з обробкою зображень, зокрема «Електронні системи», «Комп'ютерна графіка» для студентів галузей знань 15 – «Автоматизація та приладобудування» та 17 – «Електроніка та телекомунікації».

Крім того, розглядалися медіанний фільтр та фільтр Гауса, робота яких досліджувалась на приглушенні імпульсного та Гаусового шумів. Встановлено, що фільтр Гауса є більш ефективним в порівнянні з медіанним фільтром при величині імпульсного шуму більше 10%. В той самий час, медіанний фільтр є більш ефективним в порівнянні з фільтром Гауса при величині Гаусового шуму більше 10%.

Література

1. Кветний Р.Н. Комп'ютерне моделювання систем та процесів / Р.Н. Кветний, І.В. Богач, О.Р. Бойко, О.Ю. Софіна, О.М. Шушура. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 193 с.
2. Білінський Й.Й. Класифікація методів крайового детектування зображень / Й.Й. Білінський // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007. – № 1. – С. 161–169.
3. Патент 29418 України МПК⁶ G 01 K 09/64. Спосіб виділення контуру зображення / Й.Й. Білінський, С.В. Юкиш ; заявник і патентовласник / Вінницький національний технічний університет – № 29418 ; опубл. 10.01.08, Бюл. № 1.
4. Фільтрація біомедичних зображень методами OpenCV [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://ki.tneu.edu.ua/view/showResearch/imageFiltration.php>.
5. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи / И.В. Шахнович. М. : Техносфера, 2004. – 288 с.
6. Галкин В.А. Цифровая мобильная радиосвязь / В.А. Галкин. М. : Телеком, 2007. – 432 с.
7. Василенко Б.И. Восстановление изображений. / Б.И. Василенко, А.М. Тараторин. – М. : Радио и связь, 1986. – 304 с.
8. Белявцев В.Г. Алгоритмы фильтрации изображений с адаптацией размеров апертуры / В.Г. Белявцев, Ю.Е. Воскобойников // Автотриетрия. – 1998. – № 3. – С. 18–25.
9. Білінський Й.Й. Приглушення шуму в задачах визначення краю об'єкта на зображенні /

Й.Й. Білінський // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2008. – № 3/2(33). – С. 9–13.

10. Білінський Й.Й. Методи обробки зображень в комп'ютеризованих оптико-електронних системах : монографія / Й.Й. Білінський. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 272 с.

Отримана/Received : 22.4.2017 р. Надрукована/Printed : 11.6.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф. В.Г. Петрук

УДК 004.04

Н.В. ТИТОВА, С.В. ПАВЛОВ, С.М. ЗЛЕПКО

Вінницький національний технічний університет

НИЗЬКОЕНЕРГЕТИЧНА ФОТОННА ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ ІНКУБАЦІЙНИМ ПРОЦЕСОМ

В роботі розглядаються низько енергетична фотонна технологія керування інкубаційним процесом в рибоводстві. Вона забезпечить суттєве збільшення виживаності личинок з ікри риб та їх виживаність в процесі ембріонального розвитку. Експериментальне впровадження показало, що ця технологія надає нові можливості для досягнення і підтримки високої ефективності інкубаційного процесу залежно від джерела і режимів освітлення; довжини хвиль видимої і ближньої ІЧ області спектра та їх комбінованого впливу.

Ключові слова: фотонна технологія, інкубаційний процес, процес вирощування, риб, світлодіоди.

N.V. TITOVA, S.V. PAVLOV, S.M. ZLEPKO

Vinnitsia National Technical University

LOW-HATCHING PHOTON CONTROL PROCESS TECHNOLOGY

In this work the low photon energy management technology incubation process in fish farming. It will provide a significant increase viable larvae from eggs of fish, and their survival during embryonic development. The feature low-energy photon technology impact on sturgeon caviar and grass carp is that it is, on the one hand, should include the main stages of fish technology, which in turn should be presented diagnostic (estimated) component and a management that ensures the formation and supply the necessary actions and modes for sturgeon caviar and grass carp in the incubation period. An experimental implementation has shown that this technology provides new opportunities to achieve and maintain high efficiency of the incubation process, depending from sources and modes of lighting; the wavelengths of visible and near-infrared spectrum and their combined effects.

Keywords: photonic technology, incubation process, the process of growing, fish, LED.

Класична технологія процесу вирощування посадкового матеріалу любого виду риб включає в себе, як правило, наступні базові етапи: відбір статевих продуктів; запліднення; обезклеювання; інкубація; транспортування личинок із інкубаційного цеху в басейни чи водойми; витримування личинок до переходу на зовнішнє живлення; підрощування молоді до життєвостійких стадій; вирощування цьогорічок; вирощування дворічних; вирощування трирічних; вирощування чотирирічок в ставках; вирощування товарної риби в басейнах і ставках. Ранжуючи перераховані етапи по ступені важливості, можна з упевненістю віддати перевагу першим чотирьом, серед яких, найбільшу увагу в дисертаційній роботі буде приділена етапу інкубації, а точніше технології фотонного забезпечення інкубаційного періоду.

Як правило, даний період технологічно здійснюється в приміщеннях, які отримали назву інкубаційного цеху, які до сьогоднішнього дня будувались по одній з нижче наведених типових схем (рис. 1) [1].

До більш технологічно розвинутих структур варто віднести типову схему інкубаційного цеху з терморегуляцією води [1] (рис. 2)

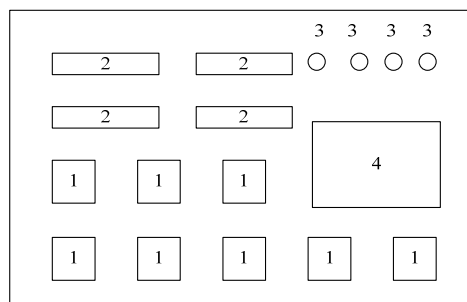


Рис. 1. Типова схема інкубаційного цеху [1]:

1 – басейни для вирощування виробників після гормональної стимуляції; 2 – інкубаційні апарати; 3 – апарати для обезклеювання ікри; 4 – місце для проведення операцій по отриманню статевих продуктів

До модифікацій такого цеху можна віднести заводську структуру, яка включає в себе [1, 2]: інкубаційний і личинковий цех; інкубатор «Іртиш»; теплообмінник; басейн для вирощування личинок; личинковідокремлювач; відокремлювач мертвої ікри; профілактичний апарат «Обь»; лабораторію.