

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 виживання життєздатних 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)

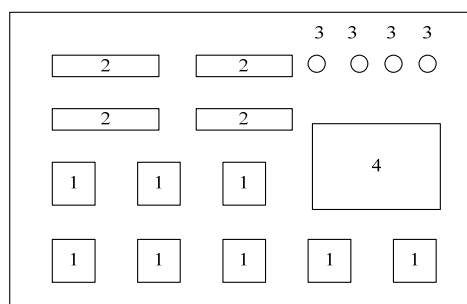


Рис. 1. Типова схема інкубаційного цеху [1]:

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.

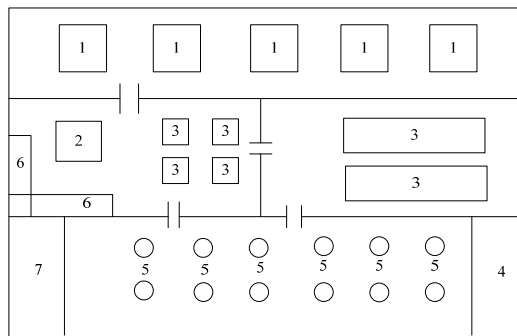


Рис. 2. Типова схема інкубаційного цеху з терморегуляцією води [1]:

1 – басейни з свіжою водою; 2 – басейн для перед нерестового складу виробників; 3 – басейн з охолодженою водою; 4 – оксигенатор (нагнітач повітря); 5 – басейни для вирощування молоді; 6 – нерестові та інкубаційні площини; 7 – блок механічної очистки води і терморегулятор

Технології інкубування ікри, що існують передбачають контроль за окремими етапами процесу. Наприклад, на етапі запліднення, відбувається оцінка рухливості сперматозоїдів по 5-ти бальній шкалі, що запропонована Г.М. Персовим [3], у відповідності, з якою оцінену в 4 чи 5 балів. Концентрацію спермійв (в млн/мм<sup>2</sup>) підраховують за формулою [3]

$$C = nD / NV - 1000000 ,$$

де  $C$  – концентрація спермійв;  $n$  – число підрахованих малих квадратів (із 80 можливих);  $D$  – ступінь розрідження (дорівнює 200);  $V$  – об'єм малого квадрата (1/4000м<sup>3</sup>);  $N$  – число великих квадратів; 1000000 – множник для отримання результату (млн./мм<sup>3</sup>). Дана методика здійснюється з допомогою камери Горяєва, достатньо точна, хоча і громіздка.

Більш автоматизованим являється фото колориметричний метод, оснований на здатності сперми послаблювати пропускає мий через неї пучок світла пропорційно її концентрації.

Візуальний і інструментальний контроль за процесом інкубації ікри ведуть постійно. При цьому, враховують, що партеногенетично розвиваючі і поліспермні ікринки в процесі розвитку гинуть, і, як наслідок, їх потрібно виключити із загальної кількості зародків, що діляться. Відхід визначається зазвичай на трьох стадіях [4, 5]:

- Проба 1 – кінець гастрюляції і початок нейруляції.
- Проба 2 – період закладки серця.
- Проба 3 – перед початком вилуплювання.

При цьому, в кожній з проб повинно бути по 300–500 ікринок. Одним із факторів, які визначають рівень відходу ікринок, являється витрата води в апаратах [4, 5].

Таблиця 1 [4, 5]

#### Норма витрати води в інкубаційних апаратах на різних стадіях розвитку ікри, л/хв. на 1 кг ікри

Стадія розвитку ікри	Витрати води
Подрібнення	2,3
Гастрюляція	2,3-3
Від кінця гастрюляції до пульсації серця	3-4,5
Від пульсації серця до стадії рухливого ембріона	4,6-5
Викльов	5,8-6,2

Особливістю низькоенергетичної фотонної технології впливу на ікру осетрових і білого амура являється те, що вона, з однієї сторони, повинна містити в собі основні етапи риборозплідних технологій, які в свою чергу, повинні бути представлені діагностичною (оціночною) складовою і керуючою, яка забезпечує формування і подачу необхідних впливів і режимів на ікру осетрових і білого амура в інкубаційному періоді. При цьому, не варто забувати і те, що фактично низькоенергетична фотонна технологія відноситься до біотехнічних технологій, оскільки має біологічний компонент – ікра гідробіонтів і технічний – апаратно-програмні засоби забезпечення інкубаційного процесу, які в сукупності з інформаційними атрибутами технології (підсистема підтримки прийняття рішень, бази даних і знань, моделі і алгоритми) дозволяє говорити про створення нового класу риборозплідних технологій – інтелектуальні фотонні технології низькоенергетичного забезпечення інкубаційних процесів (ІФТ НЗІП). В даному випадку під словом «забезпечення» розуміють процедури і інші дії, пов'язані з інкубаційним процесом ікри риб.

Структурно нову технологію можна представити у вигляді наступної схеми (рис. 3).

Новизною підготовчого етапу (рис. 4) являється розвиток загальноприйнятої структури (подача води, її механічна і біологічна очистка) в частині введення нових технологічних процедур: аналіз спектра власного електромагнітного випромінювання (ЕМВ) води і структуризації її складу. Враховуючи те, що фотонне випромінювання має свій власний спектр ЕМВ, можна припустити, що ефективність розвитку гідробіонтів в значній мірі буде визначатися взаємодією чи сумісністю означених ЕМВ, що і отримало підтвердження за результатами експерименту (табл. 2).

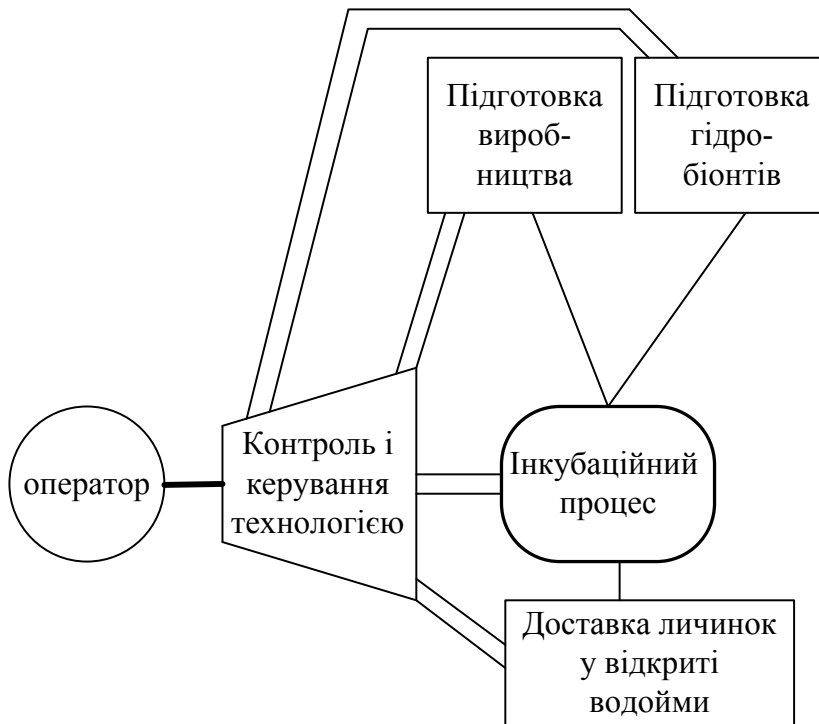


Рис. 3. Узагальнена структура низькоенергетичної фотонної технології (НЕФТ)

Як видно з табл. 2, тільки в третьому випадку, коли спектр води і світлодіодного джерела співпали на 92%, відсоток виживає мості ікринок склав 98% для коропа і 98,8% для білого амура. Процедура структуризації води передбачає контроль, і при необхідності, насичення води «молодими» амінокислотами, які сприяють швидкості росту ікринок. Експериментально отримані результати не дозволяють поки що зробити однозначний висновок про необхідність структуризації води для інкубаційних апаратів, але те, що її якість у порівнянні зі звичайною водою, суттєво вища, що підтверджується цілим рядом публікацій [6, 7].

Таблиця 2

**Таблиця результатів взаємодії різних спектрів ЕМВ води і фотонного джерела на швидкість розвитку і виживає мості ікринок коропа і білого амура**

	Співпадання спектрів ЕМВ води	Відсоток співпадань спектрів	Відсоток виживає мості ікринок
1	Для коропа	48%	менше 40%
2	Для білого амура	75%	50-67%
3	Для коропа і білого амура	92%	98% – короп 98,8% – білий амур

Друга гілка підготовчого етапу, яка безпосередньо пов'язана з підготовкою гідробіонтів (рис. 4), представляє собою деталізовану послідовність процедур, доповнену інформаційною підтримкою етапу підготовки.

Інформаційна підтримка полягає у введенні до структури технології спеціалізованих баз даних; електронних довідників; підсистем попереджень і рекомендацій, контролю та аналізу гідробіонтів на різних стадіях інкубаційного процесу. Особливо це важливо для початкових стадій, пов'язаних з отриманням ікри та її гідрофізарною обробкою, яка або не завжди виконується або використовує неякісні і нетестовані гіпофізи риби.

Тим не менше, якщо проаналізувати за ступенем важкості будь-який із етапів технології, не важко побачити, що таким є інкубаційний етап, структура якого представлена на рис. 5.

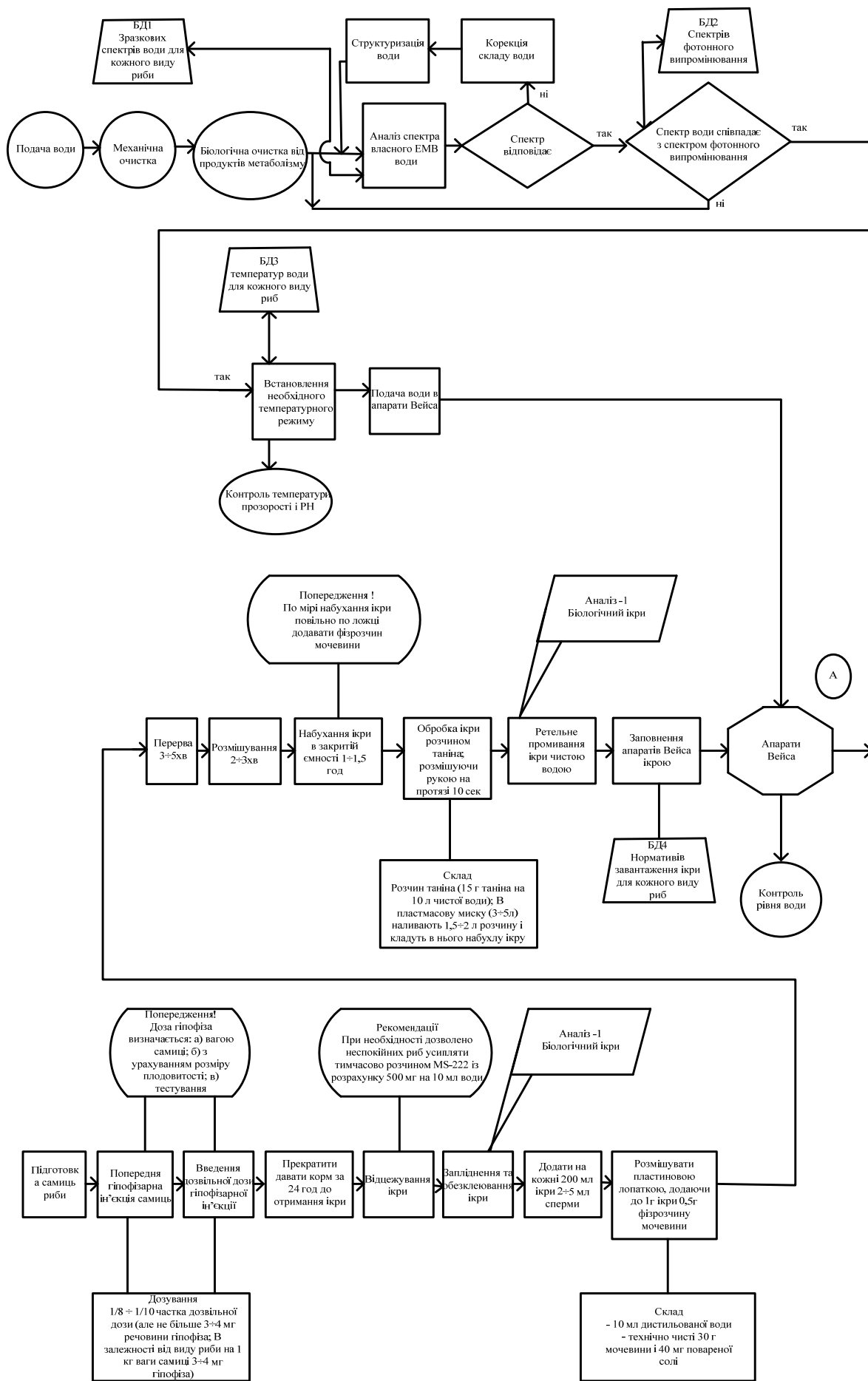


Рис. 4. Структура низькоенергетичної фотонної технології вирощування посадкового матеріалу осетрових і білого амура (підготовчий етап)

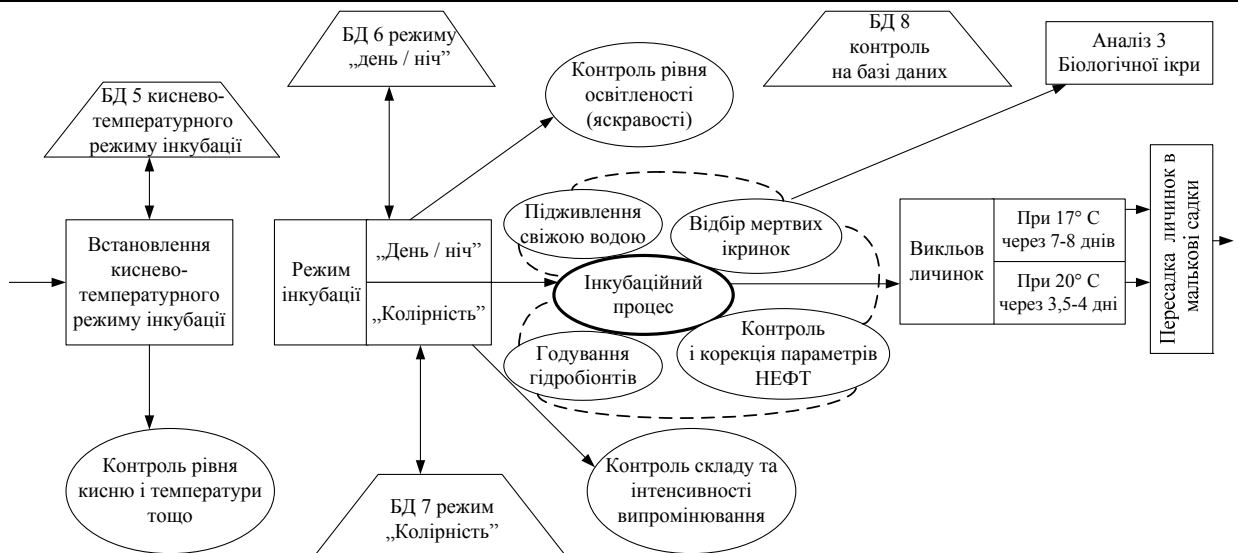


Рис. 5. Структура низькоенергетичної фотонної технології вирощування посадкового матеріалу осетрових і білого амура (інкубаційний період)

Особливістю інкубаційного процесу являється алгоритм контролю у керування ним, реалізований на базі мікроконтролера сімейства ATMEGA 8. Розроблений алгоритм керування у сукупності з структурою етапу передбачає 1) регулювання температури води, а) одночасно у всіх 5-и апаратах Вейса, що входять до складу інкубаційної установки; б) в будь-якому із п'яти апаратів Вейса автономно від інших; 2) розрахунок завантаження ікри з урахуванням її товарно-живого виду; 3) розрахунок і забезпечення кисневого балансу одночасно для всіх і для кожного з п'яти апаратів Вейса; 4) установку та автоматичну підтримку температури інкубаційного процесу; 5) установку і автоматичне супроводження будь-якої комбінації чорно-білого режиму освітленості в апаратах Вейса; 6) розрахунок, установку і автоматичне супроводження будь-якого складу кольорової RGB-гами режиму колірності в апаратах Вейса; 7) постійну підтримку свіжої води апаратів Вейса.

Алгоритм контролю передбачає прямий контроль і вимірювання кількісних значень таких показників інкубаційного процесу; рН-метрію, прозорість і рівень води в апаратах Вейса, її температуру, температури інкубації, рівень яскравості в режимі «день/ніч», склад кольорової гами фотонного випромінювання і опосередкований контроль за рівнем кисню в кожному апараті Вейса.

До числа обов'язкового контролю слід віднести: «оперативний контроль за станом умов вирощування (постійно в автоматичному режимі)»; дворазовий (вранці і ввечері) гідрохімічний аналіз; щотижневий іхтіопатологічний контроль; шокквартильний аналіз крові личинок.

На рис. 6 показана структура заключного етапу технології (процесу) вирощування посадкового матеріалу осетрових риб – виробничого, яка логічно доповнює попередні.

Розроблена низькоенергетична фотонна технологія керування інкубаційним процесом в рибоводстві належить до одного із найбільш перспективних класів сучасних інформаційних оптичних систем і технологій, які побудовані на джерелах квазімонохроматичного випромінювання надяскравих RGB-світлодіодах [9, 10]. До переваг апаратури даного класу слід віднести: можливість вибору довжини хвилі в широкому діапазоні видимого та ІЧ-випромінювання, компактність, відсутність високої напруги для живлення світлодіодів, можливість створення завадостійкості апаратури, мала споживана потужність, низький спектр функціональних можливостей, гнучка система вибору параметрів впливу, надійність і довговічність функціонування тощо.

### Висновки

Отримані в процесі експериментального впровадження розробленої технології: перші результати показали, що вона забезпечує суттєве збільшення виживання личинок перед личинок і личинок з ікри риб, їх виживаність в процесі ембріонального розвитку. Запропонована технологія надає нові можливості для досягнення і підтримки високої ефективності інкубаційного процесу, яка була отримана за результатами дослідження розвитку ікри і личинок ікри коропа і білого амура залежно від джерела і режимів освітлення; довжини хвиль видимої і ближньої ІЧ області спектра та їх комбінованого впливу; від температурного режиму, тощо.

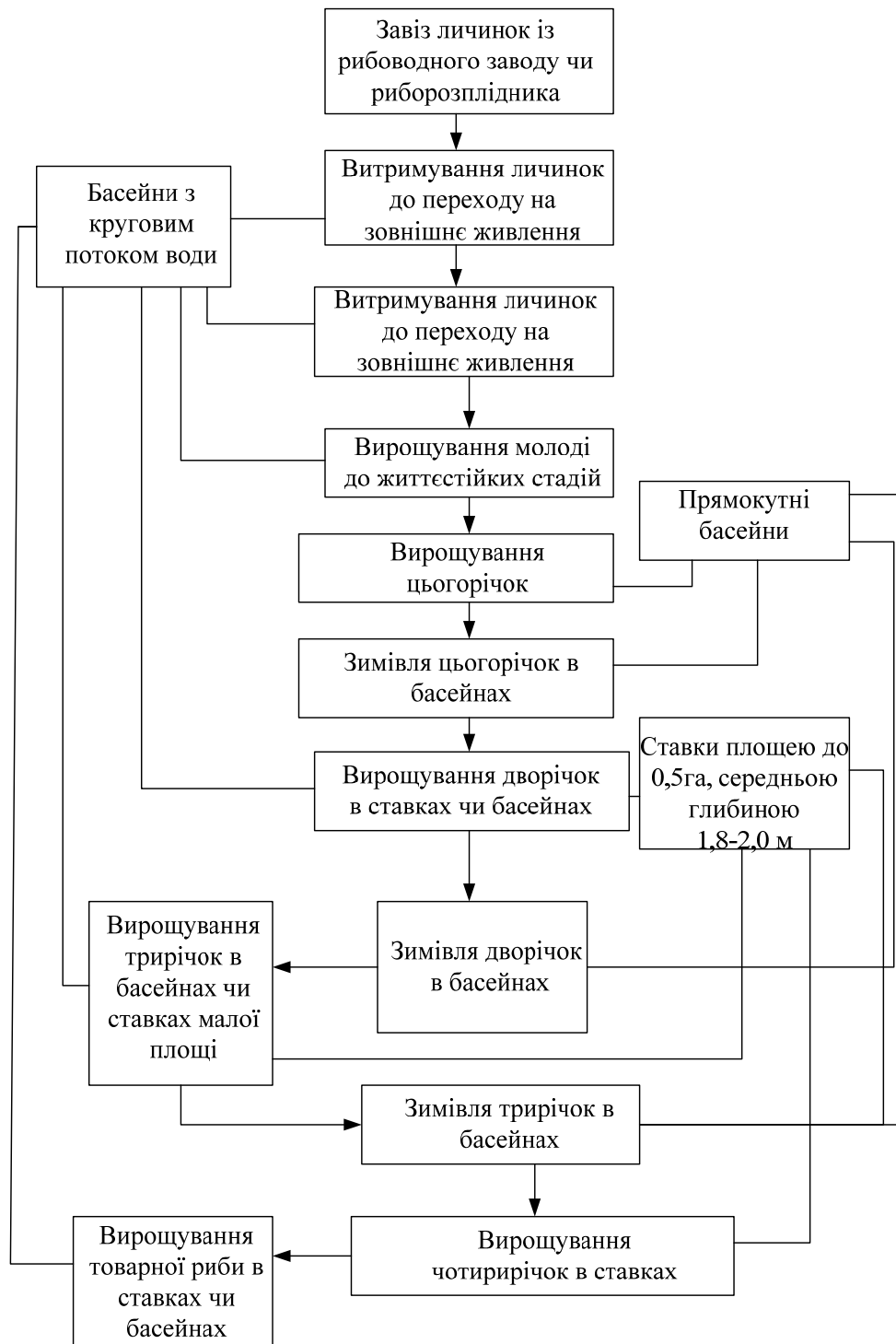


Рис. 6. Структура низько енергетичної фотонної технології вирощування посадкового матеріалу осетрових і білого амуру (виробничий етап)

### Література

1. Стационарный инкубационный цех. RusNevod [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.rusnevod.com/egi-bin/rnev/start/egi](http://www.rusnevod.com/egi-bin/rnev/start/egi)
2. Оптимальная структура инкубационного цеха сигового рыбного хозяйства [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://arktikfish.com/index.php/wrashchivanie-rvbw/318-optimalnava-structura-incubatsionnogo-tsekha-sigovogo-rybovodnogo-predpriyatiya-i-protsess-incubatsii-ikry-pelyadi>
3. Переов Г. М. Дифференцировка пола у рыб / Переов Г. М. – ЛПГУ, 1975. – 148 с.
4. 4. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству 558 / М. С. Чебанов, Е. В. Галич / Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. – Анкара, 2013 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.fao.org/docrep/017/i2144r/i2144r.pdf>
5. Рыбоводно-биологические показатели молоди белуги, стерляди, русского осетра и севрюги при

выращивании в системе УЗВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cyberleninka.ru/article/n/rybovodno-biologicheskie-pokazateli-molodi-belugi-sterlyadi-russkogo-osetra-i-severugi-pri-vyraschiva-v-sisteme-uzv>

6. Синицин Н. И. Структуризация воды аминокислотами, наноструктурами, субстратами синтеза белков. Ч. I. Экспериментальное исследование структуризации воды аминокислотами с неполярным «гидрофобным боковым радикалом» / Н. И. Синицин, В. А. Елкин, Р. В. Синицина, О. В. Бецкий // Биомедицина. Радиоэлектроника. – 2000. – № 3. – С. 45–57.

7. Злепко С. М. Методи і засоби оцінювання та керування станом організму людини при старінні : монографія / Злепко С. М., Новиков В. О. – Херсон, 2014.

8. Микроконтроллер ATmega и ATTiny [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [www.microcontroller.ru/mikrokontrolleryi-atmega-i-attiny/](http://www.microcontroller.ru/mikrokontrolleryi-atmega-i-attiny/)

9. Многоцветная светодиодная подсветка или RGB-контроллер-Labkit [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://labkit.ru/html/autocontrol?id=420>

10. Управление RGB светодиодом с помощью аппаратно ШИМ Atmega 8 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://avr1ab.com/node/93>

Отримана/Received : 24.4.2017 р. Надрукована/Printed : 11.6.2017 р.

Рецензент: д.т.н., проф.. Кичак В.М.

УДК 681.3

А.О. ПУЗАНОВ

Институт радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова НАН Украины

Е.С. ГЕРАСИМЕНКО

Национальная академия Сухопутных войск имени гетмана Петра Сагайдачного

Л.В. КАРПОВА

Хмельницкий национальный университет

## ІЗМЕРИТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРАТКОВРЕМЕННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЧАСТОТЫ СВЧ ГЕНЕРАТОРОВ. МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

*Описывается созданный экспериментальный макет измерительной установки для определения кратковременной нестабильности частоты (КНЧ) СВЧ генераторов методом фильтрации их частотных шумов и измерения дисперсии Аллена для заданного времени усреднения. Для этой цели разработан необходимый полосовой фильтр (ПФ), который может применяться для любой рабочей частоты исследуемого генератора. Экспериментальное испытание установки выполнено путем проведения измерений КНЧ и обработки их результатов для модельного примера. Актуальность выполненной работы связана с необходимостью контроля и повышения точности систем радиолокационного обнаружения.*

*Ключевые слова: кратковременная нестабильность частоты, полосовой фильтр, генератор, модуляция.*

A.O. PUZANOV

O.Ya. Usikov Institute for Radiophysics and Electronics National Academy of Sciences of Ukraine

E.S. GERASIMENKO

Hetman Petro Sahaidachnyi National Army Academy

L.V. KARPOVA

Khmelnytsky National University

## MEASURING INSTALLATION FOR DEFINITION OF SHORT-TERM INSTABILITY OF SUPERHIGH FREQUENCY OF GENERATORS. METHOD OF MEASUREMENTS

*The article describes a created experimental model of the measuring installation for determining the short-term instability of superhigh frequency of generators by the method of filtering their frequency noise and measuring of the Allen dispersion for a given time. For this purpose, a necessary bandpass filter is developed, which can be used for any operating frequency of the examined generator. The experimental test of the installation was carried out by performing measurements of the short-term instability of frequency and processing their results for a model example. The urgency of the work is connected with the need to control and improve the accuracy of radar detection systems. Install developed allows the measurement of short term frequency instability for averaging time, and with proper changes of the parameters of the electronic circuit also for the other value of time averaging. The relevance of the work performed associated with the need to control and improve the accuracy of radar detection systems.*

*Keywords: short-term frequency instability, band-pass filter, generator, modulation.*

Задачи контроля и повышения стабильности частоты СВЧ генераторов являются актуальными при построении разнообразных радиотехнических систем (РС) с использованием достижений современной радиофизики [1–7]. Требования к точности и синхронности работы РС приводят к необходимости постановки и решения целого комплекса задач, связанных с созданием генераторов СВЧ, обладающих высокими показателями стабильности частоты. В частности, в работе [1] предложен метод уменьшения девиации частоты магнетрона с рабочей частотой 9.41 ГГц более, чем на два порядка, за счет изменения температурного режима работы термоэмиссионного оксидного катода. Относительную нестабильность