

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства  
та природокористування  
Кафедра водних біоресурсів

**05-03-97М**

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни

#### **«Інноваційні технології в аквакультурі»**

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня  
за освітньо-професійною програмою «Охорона, відтворення та  
раціональне використання гідробіоресурсів»  
спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура»  
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано  
науково-методичною радою з якості  
НІІ агроекології та землеустрою  
Протокол № 1 від 07.09.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Інноваційні технології в аквакультурі» здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів» спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» денної та заочної форм навчання [Електронне видання] / Кононцев С. В. – Рівне : НУВГП, 2021. – 27 с.

Укладач: Кононцев С. В. – доктор технічних наук, професор кафедри водних біоресурсів.

Відповідальний за випуск: Полтавченко Т. В., кандидат ветеринарних наук, доцентка, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення освітньо-професійної програми другого (магістерського) рівня вищої освіти «Охорона, відтворення та раціональне використання гідробіоресурсів»

Сондак В. В.

© Кононцев С. В., 2021

© Національний університет водного господарства та природокористування, 2021

## Зміст

Передмова	3
1. Оцінювання ризиків інноваційної діяльності.	4
2. Розробка технологічних карт на виробництво інноваційної продукції у рибництві	6
3. Підготовка бізнес-плану інноваційного проекту у галузі аквакультури	9
4. Інноваційні системи терморегуляції водного контуру установок із рециркуляцією та кондиціонування повітря	11
5. Технологічні основи вирощування продукції рослинництва у замкнутому контурі рибницького господарства	14
6. Аналіз ефективності застосування в УЗВ інноваційного обладнання для аерації та перекачування води	16
7. Інноваційні технології у водоочищенні та утилізації утворених відходів	18
8. Інноваційні технології вирощування гідробіонтів відповідно до принципів концепції ІМТА	20
9. Інноваційні технології вирощування ракоподібних в УЗВ	23
10. «Краш-тест» інноваційного проекту (ділова гра)	24
Рекомендована література	26

## Передмова

Інноваційні технології в аквакультурі, як освітня компонента підготовки магістрів, передбачає формування комплексного уявлення про сучасні технології розведення, вирощування об'єктів індустріальної аквакультури з використанням новітньої техніки, ознайомлення з новими перспективними для культивування в Україні видами та особливості реалізації інноваційного проекту в умовах рибницького господарства.

## **Практична робота № 1.**

### **Оцінювання ризиків інноваційної діяльності.**

**Теоретична частина.** Усі чинники, що впливають на зростання ступеня ризику, поділяють на дві групи: об'єктивні і суб'єктивні (зовнішні і внутрішні). До об'єктивних відносять чинники, котрі не залежать безпосередньо від суб'єкта інноваційної діяльності. Конкретне підприємство (аквафермер) має будувати свою діяльність таким чином, щоб згладжувати їхні. До суб'єктивних чинників належать ті, що характеризують безпосередньо господарюючий суб'єкт, що реалізує інноваційний проект: й деструктивний вплив і використовувати сприятливі можливості. Основні критичні ризики в аквакультурі пов'язані із повними або частковими втратами продукції внаслідок хвороб, збоїв у роботі технологічного обладнання. Також існують економічні ризики, зумовлені змінами тарифів на енергоресурси, вартістю основної сировини – кормів. Інноваційний процес в аквакультурі супроводжується додатковими ризиками, пов'язаними з відсутністю відпрацьованих технологій вирощування для нових об'єктів, потенційними проблемами виведення нової продукції на ринок. Чітке передбачення можливих ризиків, їх потенційної загрози та пошук шляхів вирішення проблемних аспектів дозволяє суттєво збільшити шанси на успішну реалізацію інноваційного проекту. Перехід до інтенсивних методів аквакультури дозволяє звести до мінімуму ризику, пов'язані з природно-кліматичними чинниками та людським фактором, водночас з'являються ризики, зумовлені можливістю виходу з ладу технологічного оснащення, припинення подачі енергоносіїв. Таким чином, залежно від форми господарювання, особливостей технології вирощування об'єкта аквакультури та специфіки інноваційного процесу, використовують різні підходи до оцінювання ризиків та шляхів їх мінімізації.

**Хід роботи.** Розглянути найбільш критичні ризики для інноваційних проектів в аквакультурі, що охоплюють розробку та впровадження новітнього технологічного оснащення, винайдення інноваційної рецептури кормів (за складниками або

за технологією виробництва), культивування нового об'єкта аквакультури, впровадження інноваційних методів підготовки підживлювальної води УЗВ, очищення оборотної води та терморегуляції. Виявлені ризики розгрупувати відповідно до існуючої класифікації, визначити найбільш небезпечні та спрогнозувати їх імовірність. Розглянути чинники, що потенційно можуть збільшити ймовірність тої чи іншої негативної події та виділити песимістичні й оптимістичні сценарії.

Визначити очікуване значення результату, яке розраховується як середньозважене за імовірностями величин усіх можливих результатів. Як результат звичайно використовують запланований прибуток (дохід) конкретного виду діяльності або можливі втрати.

**Приклад.** Рибовод аналізує результативність конкретної бізнес-операції за різних сценаріїв розвитку подій на ринку. Якщо ситуація на ринку залишиться незмінною, то обсяг ринкового попиту на вирощену продукцію аквакультури становитиме 2 т. Якщо ситуація на ринку складеться як сприятлива, то попит складе 2,5 т., а якщо виявиться несприятливою – 1,5 т. Безбитковість виробництва даної продукції на його підприємстві становить 1,9 т. ймовірності згаданих сценаріїв розвитку подій рибовод оцінив як 0,5; 0,2 і 0,3.

Визначаємо очікуване значення обсягу реалізації як суму добутоків ймовірностей на обсяги продукції за різними сценаріями:

$2000 \cdot 0,5 + 2,5000 \cdot 0,2 + 1500 \cdot 0,3 = 1950$  кг, що в принципі достатньо для безбиткової роботи.

Таблиця. 1. Обсяги продукції за різних розвитку подій  
для варіантів продукції аквакультури

Вид продукції	Прогнозні значення / ймовірність події			Точка беззбитковості
	оптимістичний	песимістичний	Незмінний ринок	
Австралійський рак	3,5 / 0,6	1,2 / 0,2	2,3 / 0,2	2,1
Екструдований комбікорм	60 / 0,4	20 / 0,3	43 / 0,3	30
Кларісвий сом	100 / 0,2	70 / 0,6	80 / 0,2	85
Короп	36 / 0,5	17 / 0,25	25 / 0,25	20
Мідії	5,7 / 0,8	2,1 / 0,1	3,5 / 0,1	3,4

Відповідно до отриманого варіанту з табл. 1 визначити очікувані значення обсягів продукції та прийняти рішення про економічну доцільність здійснення виробничої діяльності у запропонованому напрямку.

### **Практичне заняття № 2.**

#### **Розробка технологічних карт на виробництво інноваційної продукції у риборівництві.**

**Мета:** отримати навички розробляти технологічні карти на відокремлені інноваційні технологічні процеси або виробництво продукції аквакультури з інноваційною технікою або технологією.

**Теоретична частина.** Технологічна карта – це стандартизований документ, що містить необхідну інформацію, інструкції для персоналу, який виконує певний технологічний процес або технічне обслуговування об'єкта. Розрізняють наступні технологічні карти: технологічна карта з виробництва продукції (найбільш застосовані при виробництві продукції аквакультури), техніко-технологічна карта в громадському харчуванні, маршрутно-технологічна карта, будівельна технологічна карта (може використовуватись при гідротехнічних роботах на водному об'єкті, будівництві УЗВ тощо), технологічна карта ремонту (при ремонті машин, складного та

енергоємного обладнання), технологічна карта навчальної дисципліни.

Використання технологічних карт дозволяє чітко спланувати виробничий процес, забезпечити його виконання без зайвих втрат часу та з раціональним використанням ресурсів. Окрім того, на основі технологічних карт, незалежно від потужності та організаційної форми підприємства, ефективно здійснюється планування усього виробництва. Більшість технологічних карт у сільськогосподарському виробництві передбачають чітку взаємодію персоналу із засобами виробництва, технологічним обладнанням, автоматами, внаслідок чого відбувається процес росту продукції до її товарної кондиції. У такому випадку основною задачею технолога-рибовода є створення усіх належних умов для того, щоб процес виробництва завершився у найшвидший період з мінімальними поточними витратами будь-яких ресурсів. Технологічна карта на кожний інноваційний процес у аквакультури має розроблятися відповідно до рівня сучасного технічного забезпечення та з урахуванням екологічних вимог.

У загальному вигляді технологічна карта має містити: операції технологічного процесу, застосовані машини, обладнання, сировину, матеріали та вказівки щодо тривалості процесів. Технологічні карти розробляють на складні та складові частини робіт; роботи, що виконуються за новими технологіями; типові, повторювані технологічні процеси.

При розробці технологічної карти на інноваційний виробничий процес або на процес з використанням інноваційної техніки необхідно передбачити відповіді на наступні питання:

- які операції та роботи необхідно виконувати;
- яка техніка, інструменти, сировина та матеріали необхідні для виконання кожної операції;
- у якій послідовності виконуються операції;
- з якою періодичністю необхідно виконувати операції;
- скільки витрачається часу на виконання кожної операції;
- який результат після виконання кожної операції.

**Хід роботи.** Перед початком розробки технологічних карт на вирощування продукції аквакультури необхідно

ознайомитись з характерними особливостями виробничих процесів у рибництві, дослідити основні відмінності між екстенсивними та інтенсивними технологіями аквакультури. Серед варіантів тем для розробки технологічних карт можуть бути наступні: технологічна карта на вирощування в УЗВ інноваційних об'єктів – червонопалого австралійського рака, нефритового окуня або баррамунді; технологічна карта виготовлення комбікормів за інноваційною технологією/рецептурою; технологічна карта розведення об'єкта індустріальної аквакультури (включно з переднерестовою підготовкою та підрощуванням малька); технологічна карта вирощування продукції рослинництва в інтегрованому з УЗВ аквапонному господарстві; технологічна карта ремонту обладнання індустріального рибництва.

**Приклад** основних технологічних операцій при виготовленні комбікормів:

- приймання, складування сировини (зерно, борошно, шрот, мінеральні домішки, риб'яче або кров'яне борошно);
- підготовка сировини (дроблення, відділення плівок, підготовка до дозування окремих компонентів);
- дозування основних компонентів у багатокомпонентних дозаторах відповідно до технологічної карти;
- змішування з додаванням рідких компонентів (олії, тваринні жири);
- кондиціонування (нагрів та зволоження суміші гарячою сухою парою за температурного режиму у 65-75 °С);
- експандування (пропарювання суміші під тиском для знищення мікрофлори та підвищення харчової цінності);
- гранулювання;
- охолодження (з одночасним видаленням надлишкової вологи);
- фінішне наплення цінних добавок (додавання БАРів, преміксів, інноваційних компонентів).

За аналогічним принципом скласти список послідовності виконання окремих технологічних операцій при вирощуванні



об'єкта індустріальної аквакультури в УЗВ (тиляпія, кларієвий сом або осетер). Виокремити операції, що повторюються періодично, визначити тривалості основних етапів в межах виробничого циклу. Розмежувати автоматизовані роботи та підготувати зведену таблицю для розробки технологічної карти на вирощування обраного об'єкта аквакультури.

### **Практична робота № 3.** **Підготовка бізнес-плану інноваційного проекту** **у галузі аквакультури**

**Мета:** ознайомитись з основними напрямками інноваційних досліджень у сучасній аквакультурі та отримати навички з розробки бізнес-плану інноваційного проекту

**Теоретична частина.** Особливості розробки бізнес плану інноваційного проекту у виробничій сфері, до якої відноситься аквакультура, пов'язані з високими ризиками на різних етапах розвитку та впровадження інновації (потребує розробки альтернативних варіантів, пошуку «запасних» ходів) та відсутністю чіткої структури виробничого процесу, плаваючих показниках більшості технологічних параметрів (введення інноваційної розробки у виробництво відбувається після пілотних досліджень у лабораторних умовах, виробничі умови можуть суттєво відрізнитись та вносити значні зміни у протікання технологічних процесів). Окрім того, прогнозування реакції ринку на появу інноваційного продукту також не може бути абсолютно точним. Тому при розробці виробничих бізнес-планів інновацій, особливо тих, що спрямовані на залучення інвестицій, важливо деталізовано опрацювати витрати на основні виробничі фонди, сформувати календарний план потреби у фінансах та визначити межі відхилень основних виробничих параметрів (тривалість виробничого циклу, температурний режим, щільності посадки, норми годівлі та ін.). Важливим є також представити основні переваги інновації, які мають залишатись беззаперечними навіть при песимістичному прогнозі реалізації інновації. Інноваційні проекти, пов'язані

безпосередньо з екологічною складовою виробництва або з певними соціальними ефектами повинні містити чітке обґрунтування їх економічної доцільності, адже будь-яке нововведення в цілому має сприяти покращенню економічної та екологічної ситуації, переходу на більш ефективний рівень використання сировини чи проходження виробничого процесу. Оскільки процес вирощування продукції аквакультури за своєю суттю є природним процесом росту гідробіонтів, де людина здатна керувати ним, забезпечуючи для того належні умови, інноваційні розробки можуть стосуватись усіх аспектів біотехнології, від процесів розведення до підтримки визначених параметрів середовища та утилізації утворених відходів.

**Хід роботи.** Структура бізнес-плану може відрізнитись залежно від специфіки проекту, його спрямованості та завдань, але у змісті обов'язково необхідно передбачити наступні пункти: характеристика інноваційного продукту, прогнозований попит на інновацію, кінцеві споживачі інновації та альтернативні варіанти (конкуренція), основні витрати на реалізацію розробки, послідовність впровадження інновації включно з часовими рамками реалізації окремих етапів, очікуваний час виходу на повну виробничу потужність, терміни самоокупності та рентабельність, точка безбитковості у виробничому плані, потреба у персоналі та рівень економічного ефекту від інновації.

Пропонуються наступні тематичні напрямки для розробки інноваційного проекту:

- Новітні технології виготовлення комбикормів.
- Нові об'єкти аквакультури України.
- Інновації у декоративній аквакультурі.
- Енергоефективні технології терморегуляції в УЗВ.
- Інноваційні технології очищення оборотної води УЗВ.
- Інноваційні технології водопідготовки у господарствах з рециркуляцією.
- Інноваційне технічне забезпечення процесів годівлі у рибництві.

За домовленістю викладачем студент має можливість представити інноваційну розробку за дотичною до галузі

аквакультури тематикою (переробка продукції рибництва та морепродуктів, розробка спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизованих систем аквакультури, альтернативні джерела енергетики для УЗВ та ін.).

Упродовж заняття студенти визначаються з напрямками інноваційних досліджень, узгоджують теми та формують структуру бізнес-плану інноваційного проекту. У подальшому, в процесі самостійної роботи формують документ та готують його до представлення у ході ділової гри «Краш-тест» інноваційного проекту».

#### **Практична робота № 4.**

#### **Інноваційні системи терморегуляції водного контуру установок із рециркуляцією та кондиціонування повітря**

**Мета:** ознайомитись з сучасними енергоефективними технологіями підтримки належного температурного режиму у господарствах з оборотним водозабезпеченням та вентиляційними системами.

**Теоретична частина.** Підтримка належного температурного режиму при вирощуванні продукції аквакультури є визначальним чинником тривалості виробничого процесу, адже риби і ракоподібні відносяться до холоднокровних тварин. Сьогодні основний обсяг індустріальної аквакультури представлений тропічними видами, що характеризуються порівняно високими темпами росту та, водночас, потребують утримання за достатньо високої температури води (23-30°C). Відповідно, зростання вартості основних енергоносіїв призводитиме до пропорційного зростання витрат на терморегуляцію. Сучасні технології відновлювальної енергетики дозволяють знизити рівень залежності від централізованих постачальників енергоносіїв, суттєво зменшити питомі витрати на терморегуляцію, нейтралізувати потенційні ризики, пов'язані з перебоями електропостачання, а також в окремих випадках досягнути повної незалежності. Попри те, що більшість інновацій у даній галузі потребують немалих капіталовкладень, розрахувати їх

економічну ефективність достатньо просто, що дозволить залучити для реалізації проекту інвестиції з різних фондів.

### **Хід роботи.**

1. Ознайомитись із типами сучасних сонячних панелей та оснащення для автономної сонячної електростанції. Вивчити основні технічні характеристики сонячних панелей, правила їх встановлення та експлуатації.

В якості прикладу у таблиці 2 наведено перелік основного обладнання для сонячної станції номінальною потужністю 11 кВт·год, що дозволить визначити необхідні витрати та розрахувати термін їх окупності.

Таблиця 2. Перелік основного обладнання сонячної електростанції

Обладнання	Орієнтовна ціна
36 модульних панелей 275 Вт/24В	180 000 грн
Інвертор на 10 кВт	50 000 грн
Металевий каркас	25 000 грн
Кабель - 100м	6 000 грн
Автоматика	5 000 грн
Накопичувальний резервуар	15 000 грн
Монтажні і пусконаладжувальні роботи	20 000 грн
Разом	301 000 грн

2. Ознайомитись із конструкціями та принципом дії вакуумних сонячних колекторів, визначити межі їх застосування в УЗВ. На основі довідкової інформації інтернет-ресурсів привести аналогічний перелік необхідного обладнання для монтажу вакуумного сонячного колектора. Проаналізувати його переваги

та недоліки в умовах УЗВ порівняно з електростанцією на фотоелементах.

3. Дослідити умови сумісного розміщення джерел відновлювальної енергетики та теплогенераторів на газі або твердому паливі з метою забезпечення надійної терморегуляції у господарстві при мінімальних поточних витратах енергоносіїв.

4. На основі схеми взаємного розміщення основних елементів УЗВ та системи терморегуляції (рис.1) проаналізувати особливості її функціонування у різні періоди доби та залежно від сезону. Визначити основні пріоритети при виборі систем альтернативної енергетики.

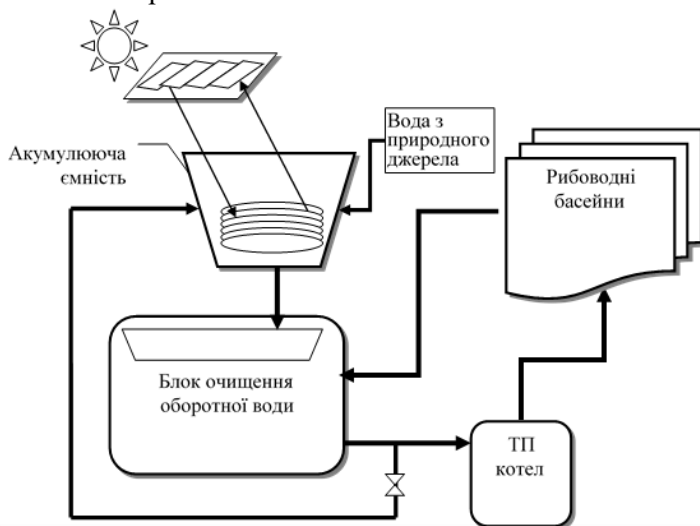


Рис. 1. Комбінована система нагріву води з використанням твердопаливного котла та вакуумного сонячного колектора.

У даній схемі, на відміну від традиційних схем водозабезпечення УЗВ, підживлювальна вода буде змішуватись з оборотною безпосередньо перед подачею у фітореактор. Оскільки витрата підживлювальної води у більшості УЗВ складає 5-10% від загальної витрати оборотної води, у акумулюючу ємність, де відбувається нагрів підживлювальної води, необхідно подавати частину очищеної води. Її необхідний

об'єм буде визначатись потужністю геліосистеми та необхідним ступенем розбавлення води в УЗВ.

На основі технічних даних сонячних колекторів різних моделей підібрати необхідний об'єм акумуляуючої ємності УЗВ та обґрунтувати прийняте рішення.

### **Практична робота № 5.**

#### **Технологічні основи вирощування продукції рослинництва у замкнутому контурі рибницького господарства.**

**Мета:** дослідити особливості функціонування інтегрованого з УЗВ аквакомплексу для вирощування продукції рослинництва та ознайомитись із основними вимогами рослин при вирощуванні у системі аквапоніки.

**Теоретична частина.** Більшість існуючих інтегрованих мультитрофічних аквасистем розроблено на базі морських господарств, що пов'язано з високою харчовою цінністю субпродукції, що вирощується у марикультурі (водорості, голкошкірі, кишковопорожнинні), відсутністю ефективних шляхів видалення утворених метаболітів риб з акваторії, а також жорсткими екологічними вимогами до діяльності таких господарств. Системи аквапоніки, інтегровані з прісноводними УЗВ, являють собою лише перший крок до створення комплексної мультитрофічної аквакультури у даному сегменті індустріального рибництва, але навіть він дозволив суттєво підвищити ефективність відновлення якості води порівняно із класичними технологіями, які використовували в УЗВ з середини ХХ століття. Вирощування рослинницької продукції за таких технологій також відрізняється незалежністю від природно-кліматичних умов, але, водночас, потребує забезпечення усіх вимог до параметрів середовища культивованих рослин. У першу чергу це стосується створення належного освітлення, контролю вміст у воді мікро- та макроелементів у оптимальних для рослин пропорціях.

#### **Хід роботи.**

1. Розглянути схему УЗВ з інтегрованим комплексом аквапоніки.
2. Ознайомитись з особливостями процесу вирощування рослинницької продукції методом гідропоніки, необхідним обладнанням та устаткуванням.
3. Дослідити загальні вимоги рослин до культивування у штучно створеній аквасистемі, ознайомитись найбільш придатними видами для вирощування в аквапоніці.
4. Визначити потенційне навантаження за нітрогеном у формі амоній-йону у господарствах з вирощування осетрових, тиліпії та кларієвого сома та запропонувати варіанти інтегрованої з УЗВ системи аквапоніки.

Навантаження за амонійним Нітрогеном складається з рідких продуктів метаболізму риб та амонійного Нітрогену, що виділяється в процесі мінералізації органічних сполук мікробіотою:

$$Load_{NH_4} = Load_{fish} + Load_{sol}$$

де  $Load_{fish}$  – виділений рибами Нітроген у формі аміаку/амоній-йону, г/доб;

$Load_{sol}$  – кількість амонійного Нітрогену, що утворився внаслідок розкладу розчинених органічних сполук гетеротрофною мікробіотою (амоніфікації), г/доб;

Продукція метаболізму риб розраховуємо з виразу:

$$Load_{fish} = 0,065 \cdot F \cdot k_p / 100,$$

де  $F$  – кількість корму що вноситься у рибницькі басейни, кг;

$k_p$  – вміст білків у кормі, %.

Показник вмісту білків у кормах, призначених для годівлі риб в УЗВ, коливається залежно від об'єкта культивування. У розрахунку можна умовно прийняти, що для вугра, осетрових, тиліпії та сомових він становить відповідно 50, 47, 37 та 45 %.

Середньодобові кількості комбікормів, що вносяться у басейни УЗВ зазначені у таблиці 3.

Таблиця 3. Розрахункові обсяги кормів у рибницьких господарствах

Об'єкт культивування	Середньодобова кількість кормів, кг для варіантів
-------------------------	--

	1	2	3	4	5
Бестер	36	75	64	52	80
Нільська тиліяпія	74	38	57	43	29
Кларієвий сом	120	140	160	90	75
Прісноводна креветка	14	9	7,5	11	12
Вугор	25	45	50	65	35

З урахуванням засвоєння мікробіотою біореактора частини сполук Нітрогену на приріст власної біомаси, навантаження від амоніфікації буде становити:

$$Load_{sol} = 0,007 \cdot F.$$

5. Залежно від отриманого навантаження за амонійним Нітрогеном визначити потенційний обсяг виробництва рослинницької продукції для системи аквапоніки та запропонувати склад основних видів для вирощування.

### **Практична робота № 6.**

#### **Аналіз ефективності застосування в УЗВ інноваційного обладнання для аерації та перекачування води.**

**Мета:** дослідити конструкції та принцип дії інноваційного обладнання для аерації та перекачування води у промислових підприємствах, ознайомитись з особливостями встановлення та експлуатації в умовах УЗВ.

**Теоретична частина.** Попри те, що основну частину собівартості продукції промислової аквакультури складають корми, використання новітньої, більш високоефективного та енергоощадливого технологічного оснащення дозволяє підвищити рівень конкурентності підприємства. Найбільш енергоємними процесами у господарствах з оборотним водопостачанням є процеси перекачування води (циркуляція в контурі басейни-блок відновлення якості-блок знезараження) та аерації як у рибницьких басейнах, так і у спорудах біологічного очищення (аеротенки, контактні резервуари). Стала тенденція до



зростання значень щільності посадки у басейни об'єктів аквакультури є об'єктивним чинником, що зумовлюватиме пропорційне зростання витрат електроенергії на перекачування (внаслідок необхідності збільшити кратність водообміну у басейні при збільшенні щільності посадки) та аерацію (зростає питома інтенсивність споживання кисню). Одним із інноваційних способів аерації, який може бути використаний для забезпечення потреб УЗВ є конструкція роторного аератора, який здатний із високою ефективністю забезпечувати розчинення кисню з повітря або технічного кисню у потоці оборотної води (рис. 2).

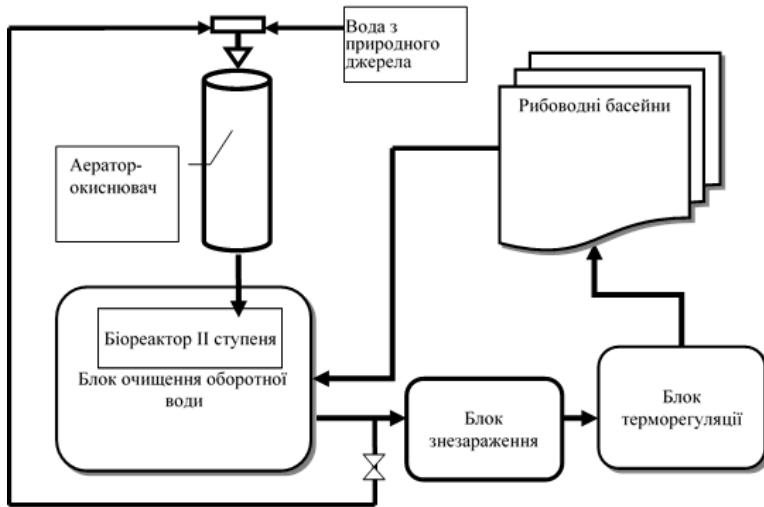


Рис. 2. Схема аерації оборотної води УЗВ ступеня з використанням аератора-окиснювача роторного типу.

### Хід роботи.

1. Ознайомитись із конструкцією роторного аератора та особливостями його встановлення у оборотному контурі рибницького господарства з оборотним водопостачанням. На основі технічних характеристик установки зробити висновки про

межі використання та доцільність встановлення у господарствах різних профілів.

2. Розрахувати питомі потреби в електроенергії для альтернативних варіантів (роторний аератор, компресорна станція, механічний лопатевий аератор) на основі технічних характеристик сучасних зразків даного обладнання.

3. Порівняти надійність роботи, специфіку конструкцій та їх обслуговування, вимоги до фізико-хімічних параметрів води та визначити проблемні сторони кожного з варіантів.

4. Розглянути доцільність влаштування роторних аераторів у рибоводних господарствах із прямоочною системою водозабезпечення.

### **Практична робота № 7. Інноваційні технології у водоочищенні та утилізації утворених відходів.**

**Мета.** Ознайомитись із сучасними технологіями та обладнанням для біологічного очищення оборотної води індустріальних рибницьких господарств, а також ефективної біотрансформації їх відходів.

**Теоретична частина.** Сучасні розробки у галузі очищення оборотної води УЗВ спрямовані на поєднання таких характеристик, як екологічність, ефективність, висока надійність та енергоощадливість. Більшість споруд біологічного очищення, розроблених для очищення господарсько-побутових стоків (біофільтри, контактні резервуари, аеротенки) в умовах УЗВ працюють вкрай неефективно, що проявляється у високих питомих витратах електроенергії, низькій надійності роботи, значних обсягах утворених відходів. Технічні рішення, пов'язані з використанням нових інертних носіїв (завантаження біофільтрів, плавуча насадка аеробних біореакторів), краще пристосованих до показників забруднення оборотної води, лише частково дозволяють інтенсифікувати процес біотрансформації, але аж ніяк не розв'язують дану проблему. Доволі спірним як з

економічної, так і з екологічної точки зору є застосування спеціальних ферментів, які системно вводяться у біореактор. Зважаючи на те, що належний рівень очищення оборотної води є запорукою успішного вирощування риб в УЗВ, а збільшення частки підживлювальної води за необхідності зниження показників забруднень до допустимих значень шляхом розбавлення пропорційно відображується на енерговитратах, інноваційні розробки у даному напрямку є вкрай важливими та актуальними.

### **Хід роботи.**

1. Визначити потенційні питомі обсяги метаболітів риб, які фактично являють собою основу забруднень оборотної води УЗВ. Визначити найбільш критичні забруднення за їх формами (хімічним станом).
2. На основі аналізу процесів самоочищення природних водойм виділити групи гідробіонтів, що залучені до біотрансформації продуктів метаболізму риб.
3. Ознайомитись із конструкцією полицного біореактора (рис. 3) та складом його біоценозу, сформованого штучно у процесі запуску споруди. Проаналізувати конструктивні рішення, пов'язані с організацією подачі та відведення води, аерації у споруді, відведенням та трансформацією нерозчинених відходів.
4. Дослідити, які саме фізичні, механічні та біохімічні процеси процесі відбуваються у біореакторі під дією гідравлічного режиму, системи аерації та біоценозу очисних агентів споруди.
5. Встановити, які саме забруднення можуть бути видалені з оборотної води у даній споруді та запропонувати місце його включення у схемі відновлення якості оборотної води УЗВ.
6. Визначити основні відмінності у роботі даної споруди порівняно з класичним біофільтрам або аеротенком.

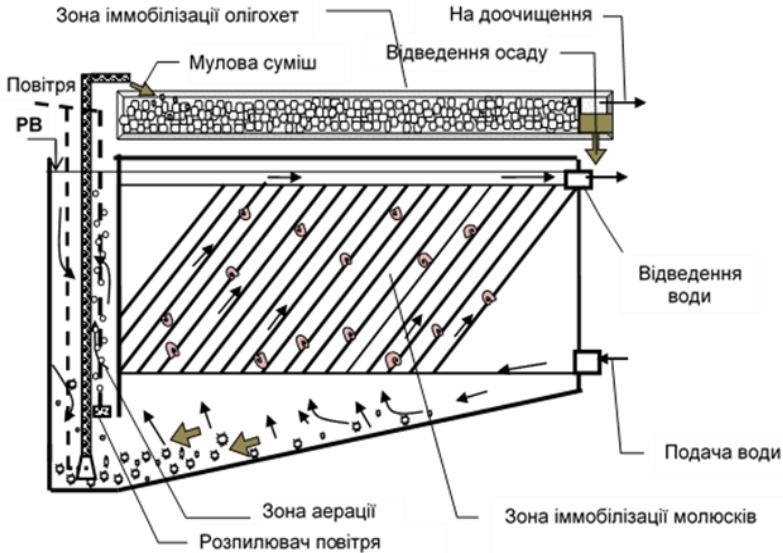


Рис. 3. Схема відстійника, модернізованого у біореактор з похиленими полицями

7. Запропонувати альтернативні рішення та конструкції включно з способом біотрансформації інших забруднень оборотної води УЗВ, які не видаляються у біореакторі а також утворюються у ньому.
8. Ознайомитись із особливостями технології «Біофлок» для очищення оборотної води у УЗВ, визначити умови реалізації методу у господарствах різних профілів.

### Практична робота № 8.

#### Інноваційні технології вирощування гідробіонтів відповідно до принципів концепції ІМТА.

**Мета:** вивчити сучасні тенденції розвитку інтенсивної аквакультури, пов'язані з збереженням довкілля та раціональним використанням ресурсів, ознайомитись із прикладами реалізації концепції інтегрованої мультитрофічної аквакультури (ІМТА) у марикультури та прісноводних УЗВ.

**Теоретична частина.** Розвиток сучасної інтенсивної аквакультури орієнтований на енергоощадливі, екологічно виважені та збалансовані підходи до організації вирощування продукції рибництва, й нерибних об'єктів зокрема. Глобальні проблеми, пов'язані з виснаженням біоресурсів гідросфери, зростання залежності сучасної аквакультури від сировини для комбікормів та потенційна загроза забруднення гідросфери відходами процесів виробництва аквакультури вже на початку XXI століття змусили науковців провідних країн світу замислитись над подальшими перспективами розвитку галузі. Оскільки зростання обсягів виробництва аквакультури є безальтернативним процесом на тлі постійно зростаючої світової потреби у продовольстві та тотальному виснаженню біоресурсів Світового океану, новітні технології мають забезпечити максимально ефективне використання енергетичного потенціалу кормів, що використовуються для вирощування об'єктів аквакультури, та мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище. Сучасна концепція інтегрованої мультитрофічної аквакультури передбачає конверсію незасвоєних рибами цінних компонентів комбікормів та продуктів їх метаболізму, основну частину з яких становлять біогенні елементи нітроген й фосфор, у додаткову, супутню продукцію, яка може бути вирощена шляхом використання таких відходів. Таким чином, відбувається не тільки зростання ефективності використання кормів, а й знижується рівень викидів біогенних елементів у гідросферу. Реалізація даної концепції потребує достатньо складних технологічних та технічних рішень, які з точки зору економічної ефективності не завжди дають позитивний ефект. Проте, у глобальному масштабі дана концепція виглядає чи не єдиною можливим одночасним рішенням сировинної та екологічної проблем. Окрім того, для господарств з оборотним водопостачанням концепція ІМТА може забезпечити додаткові заощадження на комбікормах, до відобразиться на пропорційному зниженні собівартості продукції.

**Хід роботи.** На основі традиційної схеми водоочищення УЗВ (рис. 4) розробити пропозиції щодо модернізації схеми

відновлення якості оборотної води відповідно до сучасних підходів концепції ІМТА.

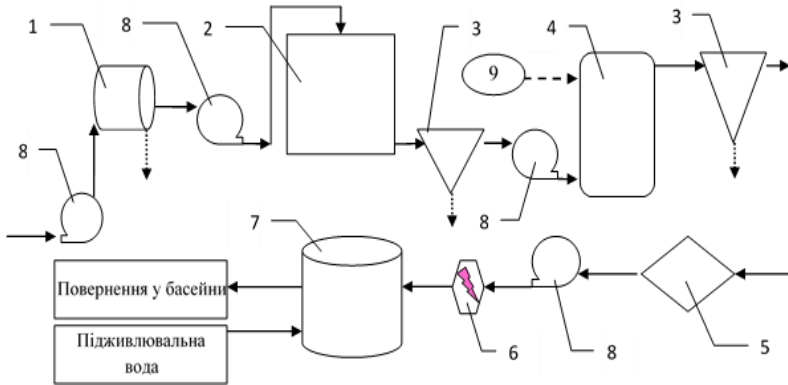


Рис. 4. Схема традиційної технології очищення оборотної води УЗВ: 1 – барабанний фільтр; 2 – біофільтр; 3 – відстійник; 4 – денітрифікатор; 5 – блок стабілізації рН; 6 – знезараження; 7 – змішувальна ємність; 8 – насос; 9 – дозатор метанолу.

Для розрахунку потенційної економічної доцільності інновації відповідно до концепції ІМТА використати довідкову таблицю щодо частки кормових організмів у раціоні найбільш популярних об'єктів індустріального рибництва (табл. 4).

Проаналізувати проблемні аспекти при реалізації інноваційних підходів концепції ІМТА у господарствах з вирощування осетрових та форелі, розглядаючи дві схеми водозабезпечення: СОВ та УЗВ. Запропонувати альтернативні рішення чи інші варіанти ефективної утилізації утворених відходів у таких господарствах.

Таблиця 4. Частка окремих кормових організмів у раціоні об'єктів УЗВ.

Група риб	Ряска мала	Вольфія	Молюски	Креветка	Аулофорус
-----------	------------	---------	---------	----------	-----------

<i>Кларієвий сом</i>					
Плідники	5-10 %	-	До 30%	-	-
Товарна група риб	5-20 %	-	До 30%	Без обмежень	-
Молодь до 20 г	5-10%	10-20%	20-25%	Без обмежень	-
Молодь до 4 г	-	5%	-	-	80-90%
<i>Тилянці</i>					
Плідники	10-20%	-	Без обмежень	-	-
Товарна група риб	5-15%	5-10%	Без обмежень	-	-
Молодь до 10 г	5%	10%	До 50%	Без обмежень	-
Молодь до 2 г	-	5%	-	-	Без обмежень

Здійснити розрахунок потенційної економії комбікормів у разі їх згодовування риbam біомаси вирощених в межах блоку очищення оборотної води кормових організмів.

### **Практична робота № 9.**

#### **Інноваційні технології вирощування ракоподібних в УЗВ**

**Мета:** дослідити специфіку технології культивування прісноводних та морських креветок в УЗВ, ознайомитись із особливостями та перспективами реалізації таких проектів в Україні.

**Теоретична частина.** Креветки являють собою сегмент продукції, що користується високим попитом у багатьох країнах світу, обсяг якого щороку зростає. При цьому зростання відбувається виключно за рахунок збільшення потужностей аквакультури, адже доля вилову має стійку тенденцію до зниження внаслідок виснаження запасів Світового океану. Найбільш технологічними та привабливими з економічної точки зору є прісноводний вид креветки Розенберга (*Macrobrachium*

*rosenbergii*) та морської креветки ваннамеї (*Litopenaeus vannamei*) Природно-кліматичні умови нашої держави дозволяють культивувати таку продукцію виключно в умовах УЗВ, де процес вирощування відбувається у контрольованих умовах неглибоких басейнів чи лотків.

Найбільш близьким до реалізації стадії повноцінного виробничого процесу в Україні є інший об'єкт аквакультури – австралійський червонопалий рак (*Cherax quadricarinatus*). Основними технологічними перевагами даного виду перед поширеними у наших водоймах видами раків є значно швидші темпи росту та невибагливість до складу кормів. Водночас, проблемними аспектами культивування австралійського рака є необхідність підтримки температурного режиму у діапазоні 22-28°C та порівняно невеликі щільності посадки на основних етапах вирощування. Дані чинники зумовлюють додаткові витрати на утеплення ферми та опалення у холодну пору року а також призводять до необхідності задіяння під виробництво значних площ.

### **Хід роботи.**

1. Ознайомитись з досвідом країн Азії та Європи по вирощуванню креветок, визначити основні відмінності вирощування у басейнах на відкритому повітрі та в умовах УЗВ. Виокремити окремі етапи, що характеризуються змінами у морфології та щодо вимог до умов культивування. Розробити основні технологічні операції, необхідні для вирощування прісноводної креветки *Macrobrachium rosenbergii* в УЗВ.
2. На основі технологічної карти вирощування австралійського рака в УЗВ здійснити розрахунок основних розмірно-вагових груп, необхідної кількості ємностей та потребі у водозабезпеченні.

### **Практична робота №10. «Краш-тест» інноваційного проекту (ділова гра)**

**Мета:** отримати навички з розробки, представлення та захисту стартапу інноваційного проекту галузі аквакультури, а



також навчитись знаходити раціональні рішення при виявленні слабких ділянок у розробленому бізнес-плані.

**Теоретична частина.** «Краш-тест» являє собою специфічну форму колективного аналізу інноваційної розробки або стартапу, яка дозволяє у динамічній формі безпосереднього спілкування з автором ідеї потенційних інвесторів, фахівців у даній галузі а також відповідальних за фінансування проектів оцінити рівень підготовки бізнес-плану, глибину аналізу основних ризиків та спроможність автора інновації запропонувати альтернативні рішення/знайти способи виходу із потенційних проблемних ситуацій. Більшість інноваційних проектів у галузі аквакультури стосуються реалізації новітніх технологій вирощування, виробництва комбікормів або водоочищення/водопідготовки. Тому для успішної реалізації таких проектів необхідно ретельно проаналізувати їх потенційний ефект, рівень «життєздатності» та ризиків, які виникнуть на різних етапах впровадження.

**Хід роботи.** Академічна група розділяється на рольові групи, що можуть складати 1-4 осіб, серед них формується «експертна група», група «здобувачів», група «інвесторів». Студент-здобувач розробляє інноваційний проект у галузі рибництва та готує його коротку презентацію. Проект заслуховується «експертною групою», яка складається з викладача дисципліни та студентів, що виявили бажання долучитися до групи «експертів». Після презентації «експерти» почергово задають критичні запитання, намагаючись визначити слабкі сторони проекту, його дієздатність та перспективність. Викладачем оцінюється як рівень підготовки студентом-доповідачем розробленого проекту, так і влучність заданих питань з боку «експертної групи», креативність пропозицій щодо подолання виявлених проблемних аспектів проекту, зниження рівня найбільш критичних ризиків; раціональність рішень «інвесторів». У ході ділової гри доповідачі-здобувачі змінюються, причому серед них можуть бути також і представники «групи експертів» або «інвесторів». Обов'язковою

умовою є лише неможливість голосування учасника групи експертів або інвесторів за власний проект під час остаточного підведення підсумків. Загальна оцінка рівня представлених інноваційних проектів та вибір кращого здійснюється шляхом голосування, відповідно до якого розподіляється кількість так званих «інвестиційних балів». Наприклад, для навчальної групи у 12 студентів передбачено 30 балів. З них по 2 бали нараховуються кожному учаснику «експертної групи», (окрім викладача), які задають критичні запитання та виявляють слабкі сторони розробки; 3 бали за презентацію власного інноваційного проекту, розроблену згідно вимог; по 0,2 -2 бали кожному «інвестору», якщо він уподобав для себе інвестицій проект, що посів I-III місце за результатами голосування; 5 бонусних балів автору за найкращий інноваційний проект (визначається колегіально); решта – по 0,2 – 1 балу за кваліфіковане питання або креативну відповідь/пропозицію відповідно по поданого на розгляд проекту. Не виключається можливість представлення інноваційного проекту не одним автором, а колективом студентів, у такому разі розподіл зароблених балів здійснюється за домовленістю авторського колективу.

Для підвищення рівня зацікавленості студентів та реалістичності проекту, до ділової гри можна залучати представників з виробництва, які можуть виконувати роль «інвесторів» або «експертів». Також з боку потенційних роботодавців або представників виробничої сфери може бути сформульоване технічне завдання/поле для інвестиційних розробок. У такому разі студенти поодиночі або у складі авторської групи розробляють інвестиційну пропозицію під конкретно сформульовані виробничі умови/завдання, а рівень їх розробок оцінюється колегіально викладачем та запрошеною особою з відповідним розподілом балів між студентами-учасниками гри.

### **Основна література**

1. Інноваційні технології в рибистві / О. М. Маменко, С. В. Портянник, О. В. Щербак. Харків : РВВ Харківської державної зооветеринарної академії, 2017. 320 с.

2. Инновационные методы и технологии устойчивого развития аквакультуры в регионе Балтийского моря / Н. Барулин и др. ; под общ. ред. Н. Барулина. Минск : Экоперспектива, 2016. 437 с. ISBN 978-985-469-561-7.

3. Руководство по аквакультуре в установках замкнутого водоснабжения (пер. с англ.) Якоб Брайнбалле - Eurofish – international organization: Копенгаген, 2010. 70 с.

#### **Додаткова література**

4. Bregnballe J. A Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems / Jacob Bregnballe. *FAO and EUROFISH*. 2015. 97 p.

5. Сучасна аквакультура: від теорії до практики : практичний посібник / Ю. Є. Шарило та ін. К. : «Простобук», 2016. 119 с.

Електронні ресурси:

6. ФАО, 2019. ИННОВАЦИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ, ИХ МАСШТАБИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ТЕХНОЛОГИЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ, БОРЬБЫ С УХУДШЕНИЕМ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И АДАПТАЦИИ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА URL: <http://www.fao.org/3/na401ru/na401ru.pdf>

7. Техническое руководство по сертификации продукции аквакультуры. Рим, ФАО, 2011 год. <http://www.fao.org/3/i2296r/i2296r00.htm>