Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування

Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра водних біоресурсів

05-03-141М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни
«Технічне оснащення аквакультури»
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 форми навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІАЗ
Протокол №2 від 24.09.2024 р.

Рівне – 2024

Co-funded by the European Union
National University of Water and Environmental Engineering

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Технічне оснащення аквакультури» 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 форми навчання. [Електронне видання] / Кононцев С.В. – Рівне : НУВГП, 2024. – 35 с.

Укладач: Кононцев Сергій Вікторович, д.т.н., доцент, професор кафедри водних біоресурсів

Відповідальний за випуск: Полтавченко Т.В., к.вет.н., доцент, завідувачка кафедри водних біоресурсів.

Керівник групи забезпечення
спеціальності 207
«Водні біоресурси та аквакультура» Сондак В.В.

AFISHE «Development of Aquaculture and Fisheries Education for Green Deal in Armenia and Ukraine: from Education to Ecology» https://www.afishe.eu/

Матеріали опубліковані як частина проєкту ЄС, який фінансується за підтримки Європейської комісії. Ця публікація відображає погляди авторів і Європейська комісія не може нести відповідальності за використання будь-якої інформації, що тут міститься.

© Кононцев С.В., 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ. Мета і завдання навчальної дисципліни	4
Змістовий модуль 1. Основне технологічне оснащення аквакультури	5
1. Басейни для вирощування об'єктів аквакультури	5
2. Трубопроводи та арматура рибницьких господарств	10
3. Насосне та повітродувне обладнання інтенсивної аквакультури	12
4. Механізми для боротьби із заростанням водними та повітряно-водними рослинами.	16
Змістовний модуль №2. Механізація та автоматизація виробничих процесів в аквакультурі	19
5. Обладнання для аерації води у рибницьких господарствах	19
6. Механізація процесів виготовлення кормів для потреб аквакультури	21
7. Механізоване складування та транспортування кормів у ставових господарствах.	23
8. Механізована та автоматизована годівля у відкритих водоймах	28
9. Автоматизована годівля в РАС	31
10. Засоби механізації для облову відкритих водойм.	33
Рекомендована література	35

Вступ

Інтенсивні технології аквакультури передбачають застосування широкого спектру обладнання для більшості виробничих процесів. Рівень механізації та автоматизації у аквакультурі визначатиме технологічну ефективність й економічну доцільність, що пов'язане не тільки із стійкою тенденцією зростання рівня оплати праці персоналу у аграрному секторі, але й значно ширшими можливостями порівняно з екстенсивними технологіями в аквакультурі. Метою курсу є формування знань про призначення, конструкції та принцип дії технологічного оснащення аквакультури, навичок з розрахунку та проектування основних виробничих процесів, що пов'язані з годівлею риб, їх вирощування на усіх етапах розвитку, контролю та підтримки у заданому діапазоні параметрів водного середовища. Цілі освітньої компоненти 1. Розширити знання про споруди для вирощування об'єктів аквакультури 2. Сформувати знання про конструкції та принцип дії засобів механізації та автоматизації в індустріальному рибництві. 3. Розвинути знання про технології водопідготовки та очищення забрудненої води в аквакультурі, сформувати навички з підбору необхідного обладнання та проєктування комплексів автоматизованої годівлі, споруд водоочищення, контролю та підтримки основних фізико-хімічних параметрів води.

Змістовий модуль 1.
Основне технологічне оснащення аквакультури
Практична робота № 1.
Басейни для вирощування об'єктів аквакультури.

Мета: отримати навички з розрахунку та проектування басейнів для вирощування об’єктів аквакультури. Навчитись здійснювати обґрунтований вибір ємкостей відповідно до особливостей вирощування об’єктів аквакультури у рециркуляційних аквакультурних системах (РАС) та системах з оборотним водопостачанням (СОВ).

Теоретична частина. Аквакультура у системах із замкнутим водозабезпеченням передбачає використання спеціальних ємностей для вирощування (басейнів, лотків і т.п.), що функціонують у проточному режимі. Залежно від об’єкту культивування, проектної потужності господарства та інших умов використовують басейни різних типів та розмірів. Лотки та басейни мають відповідати вимогам риб та забезпечувати найкращі умови для вирощування на певних етапах розвитку.

Економічно доцільним є використання універсальних ємностей для забезпечення декількох окремих технологічних етапів вирощування риби, - таке проектне рішення дозволяє зменшувати загальну площу господарства та знижувати собівартість продукції. Водночас, відмінності у вимогах щодо умов вирощування, розмірах об’єктів аквакультури на різних етапах вирощування обґрунтовують необхідність використання різних за розмірами та об’ємами ємкостей. При виборі доцільно користуватись методичними рекомендаціями щодо розведення та вирощування промислово цінних видів риб. Основні внутрішні розміри рибницьких ємностей позначено наступними літерами (у дужках - зовнішні): довжина – *A* (*D*); ширина – *B* (*E*); висота – *C* (*F*). Розміри окремих типових басейнів для вирощування риби наведено нижче.

Для культивування більшості видів риб підходять квадратні басейни із круговою течією, розміри яких наведено нижче. Для забезпечення процесів вирощування риби на різних

етапах розвитку використовують також ємності, інших конструкцій та типових розмірів.

Квадратні басейни із приямком для збору мулу

Об'єм, л	Розміри, мм						Діаметр стоку, мм
	A	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*	
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***
285	1000	1000	400	1100	1100	600	100
475	1000	1000	600	1100	1100	800	100
665	1000	1000	800	1100	1100	1000	100
500	1140	1140	500	1280	1280	700	100
750	1140	1140	700	1280	1280	900	100
510	1300	1300	400	1400	1400	600	100
800	1300	1300	600	1400	1400	800	100
1100	1300	1300	800	1400	1400	1000	100
1300	1500	1500	700	1640	1640	930	100
2300	2050	2050	700	2150	2150	900	100
2700	2000	2000	800	2100	2100	1000	100
2300	2200	2200	600	2300	2300	800	100
2750	2200	2200	700	2300	2300	900	100
3200	2200	2200	800	2300	2300	1000	100
7500	3000	3000	900	3200	3200	1150	100

Вирощування до товарної ваги може також проводитись у більших прямокутних басейнах інших конструкцій, наприклад, прямокутної форми:

Прямокутні пластикові басейни

Об'єм, л	Розміри, мм						Діаметр стоку, мм
	A	*B*	C	*D*	*E*	*F*	
3200	4000	1000	900	4150	1150	1000	100
2000	5000	1000	500	5150	1150	600	100
1920	5500	1000	450	6650	1150	550	100
1800	6000	1000	400	6200	1150	500	100
4200	6000	1000	800	6200	1150	900	150
4500	6000	1000	600	6200	1700	700	150
6300	6000	1500	800	6200	1700	900	150
11400	6000	2000	1050	6200	2200	1150	150
16800	20000	1200	800	20200	1400	860	150
14000	10000	2000	800	10200	2200	860	150
22400	16000	2000	800	16200	2200	860	150
28000	20000	2000	800	20200	2200	860	150
42000	30000	2000	800	3200	2200	860	150

Особливістю ємкостей для вирощування риб на ранніх етапах розвитку є дещо компактніші розміри. Також характерною відмінністю є їх порівняно мала глибина для створення оптимальних умов для мальків.

Лотки для вирощування молоді риб

Об'єм, л	Розміри, мм						Діаметр стоку, мм
	A	*B*	C	*D*	*E*	*F*	
300	2000	600	300	2100	700	310	50
375	2500	600	300	2600	700	310	50
600	3000	600	400	3100	700	410	70
735	3500	600	400	3600	700	410	70

Порівняно із прямокутними та квадратними басейнами, у круглих ємностях краще підтримувати течію, у них виключене утворення мертвих зон. Таки басейни також доцільно проектувати для вирощування молоді більшості промислово цінних видів риб. При використанні круглих басейнів порівняно невеликих діаметрів (до 3 м), для їх обслуговування не обов'язково встановлювати спеціальні доріжки над басейнами. Для відведення забрудненої води у більшості конструкцій круглих басейнів спускний отвір знаходиться посередині. Тому при проектуванні господарства необхідно передбачити канали для комунікацій під підлогою або розташування басейнів на спеціальному каркасі, який дозволяє прокласти відвідні трубопроводи під днищем басейна.

Круглі пластикові басейни із приямком

Об'єм, л	Розміри, мм				Діаметр стоку, мм
	Зовнішні		Внутрішні		
	A	*C*	*D*	*F*	
450	880	840	950	1280	100
550	1000	800	1100	1000	100
930	1300	800	1400	1000	100
1200	1300	1000	1400	1200	100
1600	2000	600	2200	850	100
2200	2000	800	2200	1050	100
2800	2000	1000	2200	1200	100

Хід роботи.

Ознайомлюються з конструктивними особливостями рибницьких басейнів та садків, вивчають найбільш поширені матеріали для їх виготовлення, досліджують умови експлуатації. Для порівняльної характеристики обирають два типи басейнів – з поліпропілену та бетону. Проводять порівняльну характеристику двох груп басейнів за визначеними параметрами

у формі представленої нижче таблиці. Для заповнення таблиці використовують п'ятибальну шкалу (від 1(найгірше) до 5 (найкраще)) або короткі тези («легко», «проблемно», «неможливо», «висока», «низька» та ін.)

Порівняльна характеристика басейнів з різних матеріалів

Показник	Бетонні басейни	Склопластикові басейни	Поліпропіленові басейни
Матеріалоємкість			
Довговічність			
Особливості встановлення			
Простота монтажу/демонтажу			
Сейсмостійкість			
Теплопровідні властивості			
Лінійні розміри та форми			
Гладкість стінок			
Під'єднання комунікації			
Специфічні особливості			

На основі порівняльної характеристики роблять висновки про особливості експлуатації та доцільність влаштування в різних умовах.

Практична робота № 2.
Трубопроводи та арматура рибницьких господарств.

Мета: отримати навички з проектування мереж водопроводу у системах із рециркуляцією та відкритих проточних рибницьких комплексів.

Теоретична частина. Однією із ключових переваг інтенсивних рибницьких господарств є належний водообмін у басейнах, який дозволяє підтримувати високі щільності посадки та ефективно виводити з ємкостей продукти метаболізму риб. У системах аквакультури з рециркуляцією завдяки трубопроводам забезпечується відведення забрудненої води на очищення, проходження декількох етапів відновлення якості води, підведення підживлювальної води з природного джерела водопостачання та повернення очищеної води у басейни. Внутрішні водопроводи РАС виконують функцію подачі, відведення та розподілу між ємкостями води. Арматура трубопроводів призначена переважно для забезпечення надійної роботи системи, регулювання обсягів води або перекривання подачі, автоматизації процесів. Залежно від типу трубопроводів використовують різні види їх з'єднання, включно з фасонними елементами, призначеними для розгалуження чи збору потоків води, переходами на інший діаметр, поворотами тощо. Безнапірні трубопроводи, що відводять воду від ємкостей, басейнів та інших технологічних споруд найчастіше з'єднуються муфтовим з'єднанням (за допомогою вставних з'єднувальних елементів із гумовими ущільнювачами). Напірні трубопроводи водопостачання з'єднують переважно за допомогою різьбового з'єднання, або склеюванням. Залежно від способу з'єднання застосовують відповідну арматуру та фітинги. Для з'єднання ділянок трубопроводів з різних матеріалів використовують ніпелі, перехідники та муфти.

Залежно від призначення розділяють запобіжну (зворотні та запобіжні клапани), водорозбірну (крани, поплавкові клапани), регулюючу (регулятори тиску та витрат) та запірну (вентилі, засувки, крани) водопровідну арматуру.

Хід роботи.

1. Досліджують основні характеристики труб, які використовують для влаштування внутрішніх мереж РАС. Вивчають особливості проектування напірних та безнапірних трубопроводів рибницьких господарств.
2. Вивчають правила підбору необхідного діаметра подаючих та відвідних трубопроводів РАС за розрахунковою витратою води.
3. За допомогою довідкової літератури та розрахунків визначають втрати напору на ділянках трубопроводів РАС відповідно до виданого завдання.
4. Вивчають способи організації відведення забрудненої води з рибницьких басейнів та конструкції водовипусків.

Завдання: визначити які запобіжні пристрої та арматуру необхідно використати для забезпечення надійного відведення води від групи басейнів, водовипуск яких організовано за чотирма представленими на рис. 2 схемами.

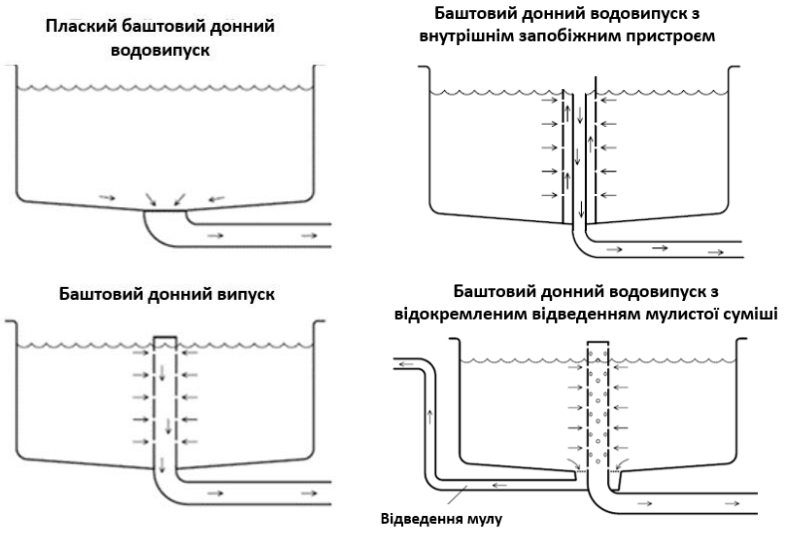

Рис. 2. Типові форми донних водовипусків рибницьких басейнів.

Практична робота № 3.
Насосне та повітродувне обладнання інтенсивної аквакультури.

Мета: ознайомитись із будовою та принципом дії сучасних насосів, що використовуються в аквакультурі, отримати навички з підбору водних насосів та повітродувок.

Теоретична частина. Значення насосного обладнання у аквакультурній системі зростає по мірі підвищення рівня керованості такої системи: від номінального закачування води у басейн проточної аквaферми, до забезпечення безперебійного руху води у РАС. Основними функціями насосів у аквакультурі є: забезпечення водообміну у вирощувальних ємкостях, подача води у споруди очищення та повернення до рибницьких басейнів, дозування реагентів, аерація, транспорт кормів, відведення мулових сумішей. Тому у сучасній аквакультурі залежно від цільового призначення використовують широкий спектр типів насосів, що відрізняються за принципом дії і конструкцією.

Роботу кожного насоса в складі установки заведено характеризувати такими параметрами: подача Q, напір H, потужність N, коефіцієнт корисної дії η і вакуумметрична висота всмоктування $H_{вак}$.

Подача насоса Q, (л/с, $м^3$/г) - це об'єм рідини, який подається насосом за одиницю часу.

Напір насоса H (м) - це приріст енергії потоку рідини, що протікає через насос. Розрізняють манометричний і потрібний напори.

Найбільш раціональним рішенням для перекачування води в межах РАС є використання осьових або відцентрових насосів з порівняно невисоким робочим напором. Для забору підживлювальної води з підземного джерела водопостачання використовують багатоколісні відцентрові насоси. Дозування реагентів здійснюється об’ємними насосами. Повітродувні насоси, призначені для аерації води та забезпечення роботи ерліфтів, теж мають конструктивні відмінності і дещо різні

технологічні характеристики. У переважній більшості підбір насоса здійснюється на основі двох основних характеристик: робочого напору та номінальної витрати (подачі), але з урахуванням його призначення (спеціалізації). Подача та напір насоса можуть бути регульовані кількома способами, залежно від типу насоса та його конструкції. Найбільш раціональним для динамічних насосів є зміна обертів робочого колеса.

В аквакультурі поширені як занурені, так і зовнішні насоси, що пов’язано з широким діапазаоном умов їх застосування, відмінностями у схемах водокористування та особливостями конструкцій. Більшість занурених насосів працюють як нормальновсмоктуючі, адже з економічної точки зору такі конструкції будуть енергоощадливими. Зовнішні насоси залежно від розташування та умов монтажу можуть бути як самовсмоктуючі, так і нормальновсмоктуючі. Для забезпечення безперебійної роботи РАС чи проточного басейнового господарства на критично важливих ділянках проектують встановлення двох насосів, один з яких виконує функцію резервного. Також допустимим варіантом може бути проектування двох насосів, які сумарно видають необхідну витрату та напір. Тоді у разі поломки одного з них господарство зможе функціонувати деякий час в аварійному режимі до заміни поламаного насоса новим.

Хід роботи.

1. Вивчають конструкції основних типів насосів, що використовуються в аквакультурі. Досліджують особливості технічних характеристик насосів залежно від їх конструкції. Здійснюють підбір насосів для основних потреб аквакультури за вказаними параметрами: напором та витратою.
2. Досліджують умови монтажу насосного обладнання залежно від типу насосів, засоби захисту та автоматику. Ознайомлюються із схемами обв'язки насосного устаткування у різних технологічних вузлах аквакультури (подаючий насос

підживлювальної води, насосна станція підйому води, дозаторний вузол, блок водоструменевої аерації).

3. Досліджують характеристики роботи насосів у групі, встановлені за послідовною та паралельною схемами. Роблять висновки про доцільність застосування таких схем в аквакультурі для різних завдань.

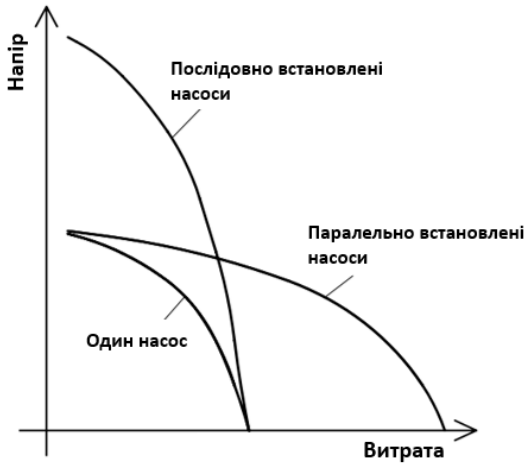

Рис. 3. Характеристики роботи насосів при паралельному та послідовному встановленні.

4. Вивчають основні відмінності при організації водозабору з поверхневого джерела для потреб проточного басейнового господарства та РАС (рис. 3). Визначають точки місцевих втрат напору кожної схеми. Визначають основні відмінності у технологічних параметрах насосів за трьома представленими схемами, потребу кожної схеми у арматурі, зручність обслуговування, надійність роботи. Порівняння проводять у табличній формі, наведеній нижче. Формулюють відповідні висновки.

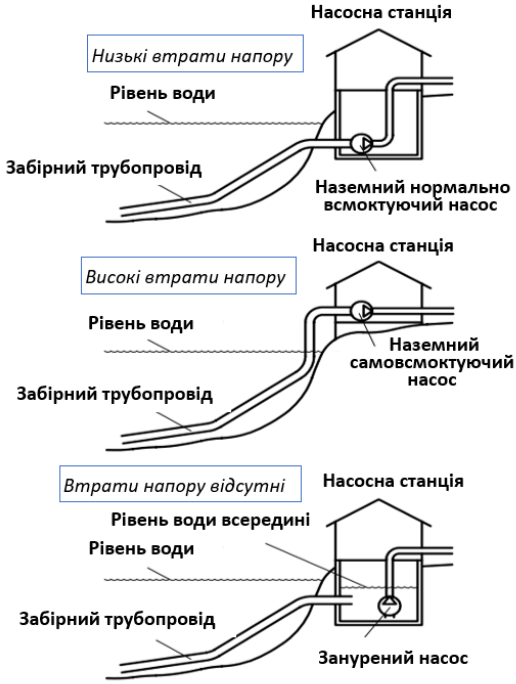

Рис. 3. Схеми водозаборів з поверхневого джерела при використанні насосів різних типів.

Порівняльна характеристика схем забору води з поверхневого джерела

Тип насоса	Місцеві втрати напору	Зручність монтажу на обслуговування	Надійність роботи	Вартість спорудження

Практична робота №4.
Механізми для боротьби із заростанням водними та повітряно-водними рослинами.

Мета: дослідити конструкції та принцип дії косарок для видалення рослинності з прибережної смуги та у товщі води.

Теоретична частина. Заростання прибережної зони рибницьких водойм повітряно-водними та водними рослинами суттєво ускладнює проведення виробничих операцій, пов'язаних з годівлею, обловом водойм та поступово перетворює прибережну смугу на несприятливе для риб середовище (накопичення мулу, гниття відмерлих рослин). Тому на водоймах щосезонно застосовують засоби механізації для зрізання та видалення надлишкової рослинності. Технологічні операції, які при цьому виконуються, залежать від гідравлічного режиму водойми, крутизни схилів та наявності під'їзних шляхів.

Сегментні косарки (сегментно-пальцьові і двоножові) є достатньо ефективними при видаленні рослинності у повітряному середовищі та під рівнем води. Роторні косарки через особливість дії робочого органу для зрізання під рівнем води не застосовуються. Залежно від спеціалізації косарки можуть бути на колісному ході (з власним приводом або навішеними на самохідне шасі чи трактор) або плавучими. Приводом плавучих косарок служать гребні колеса, які дозволяють суттєво підвищити прохідність порівняно з гвинтом.

Хід роботи.

1. Вивчають конструкції робочих органів косарок для видалення рослинності з прибережної смуги та у товщі води. Замальовують будову роторних (одноножових та багатоножових) та сегментних (сегментно-пальцьових та двоножових) робочих органів косарок.

2. Досліджують способи навішування берегових косарок на транспортний засіб та особливості їх роботи залежно від способу навішування. У табличній формі зазначають

особливості використання різних типів робочих органів у воді та у повітряному середовищі, переваги та недоліки окремих конструкцій.

3. Ознайомлюються з основними типами робочих органів плавучих очеретокосарок. Вивчають особливості зрізання водної та повітряно-водної рослинності у товщі води, способи її видалення з води та транспортування до берега. Використовуючи порівняльну

Таблиця 1. Порівняння ротаційних і сегментних косарок

Умови	Робочі органи		
	роторний	багатороторний	сегментно-пальцьовий і двоножовий
Ефективність роботи залежно від рослинного фону і щільності заростання	Обкошують практично будь-яку рослинність, зокрема полеглу і вологу, без втрати продуктивності		Спостерігається зниження продуктивності при великій щільності заростання
Робота на берегах, засмічених камінням і деревиною	Не застосовують		Забезпечується достатня надійність
Робота на каналах, заповнених водою	Не застосовують через розбризкування води і вилягання рослинності		Незначне зниження продуктивності
Робота на каналах з деформованим перетином	На сильно деформованих каналах працювати не може		Пристосованість ріжучого бруса до мікрорельєфу задовільна

4. Розраховують тривалість процесу видалення водної рослинності з прибережної смуги водойм.

Загальна тривалість викошування водної рослинності визначається за формулою:

$$t_{викош} = F_{зарост}/q_{косарки}, \text{ год};$$

де $F_{зарост}$ – площа водойми, що заростає водною рослинністю, згідно завдання до курсової роботи, га;

$q_{косарки}$ – продуктивність косарки, га/год, згідно паспортних даних таблиці 2.

Вибір засобів механізації для видалення водної та повітряно-водної рослинності залежить від місцевих умов та величини площі заростей, які необхідно видаляти. При виборі необхідно користуватись рекомендаціями та технічними параметрами машин, представленими у таблиці2.

Таблиця 2. Технічні характеристика плаваючих очеретокосарок

Показник	«Езокс-3»	«Лібелла»	ВМЖ-200	КГ-2	«Симплекс»	ПУ	«Медведка»	КП-0,7
Ширина захвату, м	2,2	2,2	2,2	2,8	1,5-3,6	2,1	2,8-3,8	2,4
Продуктивність, га/год	0,6	0,5	0,2-0,5	0,8-1,2	0,4-1,2	0,5	0,2-0,7	0,6-1
Робоча швидкість руху, км/год	3-4	3-4	3-4	2,5	3-4	2-3,5		3-4
Глибина викошування, м	0,9	0,75	1,0	1,0	До 2,5	1,5	0,2-0,9	0,75
Потужність двигуна, кВт	5	5,0	4,0	18	3,2-8,5	12,0	8(11)	12,0
Маса, кг	840	580	700		450-1150	1500	1100	730
Обслуговуючий персонал, осіб	1	1	1	1	1-2	1		1

Змістовний модуль №2. Механізація та автоматизація виробничих процесів в аквакультурі
Практична робота №5.
Обладнання для аерації води у рибницьких господарствах.

Мета: ознайомитись із методами аерації у відкритих водоймах та басейнових господарствах, дослідити конструкції та принцип дії аераторів різних типів, отримати навички з підбору аераторів для потреб аквакультури у різних умовах.

Теоретична частина. Належний кисневий стан водного середовища є невід'ємною складовою і передумовою для ефективного ведення рибництва навіть у тих випадках, коли об'єкти аквакультури здатні дихати атмосферним повітрям. Потреба у кисні зростає пропорційно щільності посадки риб та інтенсивності процесів годівлі, додаткова необхідність у штучній аерації виникає у відкритих водоймах при утворенні на поверхні води криги. Таким чином, в РАС обладнання для аерації води є обов'язковим компонентом системи, а у господарствах, де рибу вирощують у відкритих басейнах або водоймах обладнання для аерації розглядається в аспекті інтенсифікації процесів вирощування риби і може застосовуватись періодично. Залежно від умов застосовують доволі широкий спектр методів для аерації води, кожен з яких характеризується особливостями реалізації, має свої переваги та недоліки.

Враховуючи особливості аквакультури відкритих водойм, тут найбільш раціонально застосовувати аератори механічного типу, що здійснюють розбризкування або перелопачування шарів води. Більшість конструкцій мають привід від електродвигуна. Ефективність аерації води у відкритих водоймах суттєво обмежена через відсутність потужних течій, через що необхідно розподіляти по значній площі плеса певну кількість агрегатів для насичення води киснем. Також в таких умовах суттєво ускладнена подача до агрегату електричної енергії.

Аерація води в рециркуляційних системах дозволяє більш ефективно здійснювати процес насичення води киснем, оскільки вода постійно циркулює є трубопроводах, в межах виробничого приміщення є належні умови для прокладання повітропроводів чи облаштування споруд введення у воду технічного кисню. Тому спектр методів аерації в РАС значно ширший, ніж у відкритих господарствах аквакультури. Вибір того чи іншого методу аерації в РАС ґрунтується на багатьох чинниках, серед яких найбільш вагомими є: температурний режим та особливості об'єкта аквакультури, коефіцієнт рециркуляції та ефективність очищення оборотної води, схеми знезараження в господарстві, особливості логістики, масштаб ферми та надійність електропостачання.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з конструкціями пристроїв для аерації води, що реалізовано в основних методах насичення води киснем в аквакультурі.

2. Вивчають технічні характеристики плавучих механічних аераторів, призначених для використання у відкритих водоймах. Ознайомлюються з рекомендаціями щодо вибору типу та конструкції аераторів залежно від місцевих умов.

3. Вивчають основні методи аерації в РАС та особливості їх реалізації в межах замкнутого контуру. Проводять аналіз доцільності включення тих чи інших методів в окремих виробничо-технологічних вузлах РАС (блок попереднього очищення підживлювальної води, блок біологічного очищення, вирощувальні ємності).

4. Ознайомлюються з конструкціями аераторів різних типів, призначених для використання в РАС, їх технічними характеристиками та особливостями експлуатації. Здійснюють порівняння переваг та недоліків при реалізації різних методів у РАС. Визначають додаткові умови та чинники, які можуть обґрунтовувати доцільність вибору того чи іншого методу

(потреба у влаштуванні течії у басейні, доцільність використання ерліфту в окремих вузлах, використання технічного кисню для виробництва озону, використання пневмотранспорту гранульованих кормів).

Практична робота №6.
Механізація процесів виготовлення кормів для потреб аквакультури.

Мета: вивчити конструкції основних складових ліній з механізованого виробництва кормів аквакультури, ознайомитись з принципом дії агрегатів, отримати навички з підбору обладнання для переробки сировини у гранульовані та екструдовані корми.

Теоретична частина. У рибницьких господарствах застосовують комбікорми, що виготовляються наступними способами: «сухим» або вологим гранулюванням, накоченням, брикетуванням, пастоподібними, екструдуванням. Більшість технологічних схем виготовлення комбікормів включають у себе наступні послідовні виробничі операції: очищення та сепарування сировини – подрібнення сухої сировини – змішування інгредієнтів – гранулювання/екструдування – охолодження/сушка – просіювання – напилення рідких компонентів.

Виготовлення гранульованих тонучих комбікормів способом сухого пресування є основним способом у всьому світі по виробництву їх для рибництва. Цим способом гранульованих комбікормів для потреб рибництва виготовляється більше 95%. Водночас, попитом користуються і плаваючі гранульовані корми, виготовлені методом екструдування. Вони краще підходять для тих видів, що пристосовані брати корм з поверхні води або у її товщі. Контроль за споживанням такого корму значно легше проводити, аніж за споживанням тонучих кормів. Окрім того, екструдований корм має велику частку внутрішніх пор, що покращує ефективність його засвоєння.

Сучасна кормова індустрія виготовляє широку лінійку спеціалізованих кормів, адаптованих під певні групи об’єктів

інтенсивної аквакультури. Основна увага зосереджена на РАС, оскільки тут якість кормів та раціональні програми годівлі мають критичне значення (обсяги навантаження на блок очищення оборотної води, темпи росту об'єктів аквакультури і т.п.). Корми для екстенсивних господарств суттєво дешевші, але і за більшістю параметрів вони поступаються спеціалізованим кормам, що використовуються в РАС. Перевагою фермерського господарства у даному випадку є можливість виготовлення недорогого корму з власних ресурсів (переважно зернові) на порівняно простому та малопотужному обладнанні.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з основними процесами та їх послідовністю у технологічному ланцюгу операцій з виготовлення комбікормів методом гранулювання та екструдування. Вивчають умови попередньої підготовки інгредієнтів та вимоги до їх якості при виробництві рибницьких комбікормів.
2. Досліджують принцип дії та конструкції дробарок, які використовуються у кормовиробництві.
3. Досліджують принцип дії та конструкції змішувачів для гомогенізації інгредієнтів рибницьких комбікормів.
4. Вивчають конструкції грануляторів та екструдерів, зазначають основні відмінності, які відбуваються у процесі формування гранули корму та різницю у якісних характеритиках.
5. Досліджують конструкції устаткування для нанесення на гранулу рідких компонентів, підсушування та охолодження виготовлених кормів.
6. Аналізують види транспорту інгредієнтів та гранул кормів у технологічних схемах автоматизованого виробництва комбікормів різних типів, вивчають особливості транспорту та супутні процеси на кожному технологічному етапі.

Практична робота №7.
Механізоване складування та транспортування кормів у ставових господарствах.

Мета: ознайомитись з устаткуванням для зберігання кормів, засобами для транспортування кормів, отримати навички з розрахунку потреби у складах та транспортних сасобах.

Теоретична частина. При вирощування риб в умовах відкритих водойм годівля є однією з найбільш трудомістких складових. Тому використання засобів механізації у таких господарствах є критично важливим. Для забезпечення потрапляння корму у водойму необхідно здійснити ряд наступних виробничих операцій: *вивантаження корму із бункера – навантаження корму на транспортний засіб – транспортування корму до водойми – перевантаження на засіб для внесення корму у воду (техніка для згодовування) – дозоване вивантаження корму у водойму (здійснення процесу годівлі).*

Виконання будь-якої з складових даної технологічної схеми вручну характеризується високою трудомісткістю, необхідністю організації бригади з декількох робітників та значними витратами часу. Ефективність використання засобів механізації визначається наступними критеріями: продуктивність машини, робоча швидкість руху, вантажопідйомність, енергоспоживання, універсальність та вартість обслуговування.

Для зберігання необхідних запасів комбікормів у господарстві необхідно передбачити склади бункерного типу із механізованим завантаженням та розвантаженням. Бункери для комбікормів розташовуються групами у безпосередній близькості до кожної категорії ставів, що дає можливість знизити витрати на їх транспортування до кормороздавачів. При розміщенні бункерів необхідно забезпечити шляхи для кормовозів та транспорту для доставки корму до кормороздавачів. У разі використання плавучих кормозавантажувачів для автогодівниць типу «Рефлекс»

доцільним є розташування бункерів безпосередньо на березі водойми, куди матиме можливість підплисти кормозавантажувач. Якщо корми згодовують за допомогою пересувних берегових кормороздавачів чи чи невеликих плавучих кормороздавачів, бункери можуть розміщуватись на певній відстані від водойми. Марка та необхідна кількість бункерів обирається згідно рекомендацій або таблиці 1.

Таблиця 1. Типи бункерів, рекомендовані для зберігання комбікормів

Площа ставу, га	Потрібна місткість бункерів, $м^3$	Рекомендований бункер			
		Тип	Місткість, $м^3$	К-сть, шт.	Спосіб зав-ння
До 10	10	ХС з двох секцій	12,5	1	ЕЛТ-180
25	25,6	ХС з двох секцій	12,5	2	ЕЛТ-180
50	51,5	«Продмаш»	52,8	1	ЕЛТ-180
100	103	«Продмаш»	52,9	2	ЕЛТ-180
150	154	БМС-25	43	4	НЦГ-10
			50	3	НЦГ-20

Для завантаження бункерів, залежно від їх кількості та обраного засобу для транспортування кормів, проектують використання шнекових конвеєрів із гідроприводом, компресорних установок або інших засобів механізації, наявних у самому господарстві.

Хід роботи.

1. Розрахунок складів для комбікормів здійснюється на основі прийнятої перевантажувальної технології зберігання кормів. Місткість бункерів силосного типу розраховують виходячи із добової норми видачі корму та його двотижневого запасу:

$$V_{бунк} = 14 \cdot К_{доб}/\rho_{корм}, м^3$$

де $К_{доб}$ – розрахункова добова потреба у кормі, т

$\rho_{корм}$ – об'ємна насипна маса комбікорму, т/м^3, приймається рівною 0,7.

Кількість бункерів для комбікормів:

$$N_{ц.\ корм} = V_{бунк} / V_{тип}$$

де $V_б$ – об’єм типового бункера для зберігання комбікормів.

Розрахунок проводиться окремо для кормових бункерів вирощувальних ставів та нагульних ставів.

Добову потребу у комбікормі для дволітків визначають за допомогою табл. 2.

Таблиця 2. Добові витрати комбікорму, кг на 1 тис. екз. дволітків коропа

Температура, °С	Витрата комбікорму за середньої маси риби, г					
	40	***80***	***125***	***175***	***250***	***400***
13	0,6	1,0	1,4	1,7	2,2	2,8
15	1,2	1,8	2,4	3,2	4,0	5,2
17	2,2	3,4	4,6	5,8	7,3	10,0
19	2,7	4,2	5,7	7,2	8,0	12,4
21	3,2	5,0	6,8	8,5	10,8	14,8
23	3,7	5,8	7,9	9,8	12,5	17,8
25	4,2	6,6	9,0	11,2	14,3	19,0
26	4,4	7,0	9,5	11,9	15,0	20,6
28	3,4	5,4	7,3	9,1	11,8	16,2
30	2,4	3,8	5,1	6,5	8,2	11,2

Розрахункова добова потреби у кормі вирощувальних ставів визначається за допомогою табл. 2, за даними якої обирається декада із максимальним споживанням корму. Таким чином, поділивши максимальну витрату на 10 (кількість діб у декаді) знаходять розрахункову добову потребу у кормі для цьоголіток.

Таблиця 2. Нормативи на вирощування цьоголітків

Показник	Зона		
	Полісся	Лісостеп	Степ
Рибопродуктивність за рахунок добрив, кг/га	300	400	500
Продукція цьоголітків, т/га	0,6-0,9	0,8-1,2	1,0-1,5
Кількість цьоголітків, тис. екз/га	24-36	35-48	40-60
Розрахункова к-сть личинок, тис. екз/га	37-56	50-73	60-92
Потреба у кормі, кг/га, за декаду, (маса цьоголітків, г) Липень			
I (3 - 5)	18-36	25-50	30-60
II (5 - 7)	40-80	55-110	65-130
III (7 - 10)	75-150	100 - 200	120 - 240
Серпень			
I (10 - 14)	112-224	155-310	180 - 360
II (14 - 19)	150 - 300	200 - 400	240 - 480
III (19 - 29)	185 - 370	255-510	305-610
Вересень — жовтень	360 - 540	480 - 720	600-900
У с ь о г о	940 - 1800	1265 - 2300	1540-2750

2. Розраховують потребу у засобах для транспортування кормів. Наприклад, для забезпечення надходження комбікорму у господарство передбачено використання кормовозів марки ЗСК-10. Потужність кормовозу вантажопідйомністю 4,6 т при самозавантаженні становить 8-12 т/год, при розвантаженні – 10-15 т/год. Враховуючи, що партія корму має бути отримана протягом одного робочого дня, визначають необхідну кількість кормовозів.

$$N_{кормовоз} = T_{рейс}/T_{зм,}\ шт$$

де $T_{зм}$ - тривалість робочого часу використання машин, приймаємо рівною 8 год.

$T_{рейс}$ – загальна тривалість рейсів кормовозів ЗСК-10 від точки отримання до бункерів із урахуванням часу завантаження та розвантаження:

$$T_{рейс} = t_{рейс} \cdot n_{рейс},\ год$$

$n_{рейс}$ – необхідна кількість рейсів.

$t_{рейс}$ – тривалість одного рейсу:

$$t_{рейс} = t_{зав.} + t_{розв.} + 2\,L_{пробіг}/(V_{ср}\cdot\alpha),\ год$$

$t_{зав.}$ – час завантаження кормовоза, (визначається із потужності кормовозу даної марки - 8-12 т/год),

$t_{розв.}$ – час розвантаження кормовоза, (визначається із потужності шнекового транспортера кормовозу - 10-15 т/год),

$L_{пробіг}$ - відстань від місця отримання корму до бункерів, км;

$V_{сер}$ - середня швидкість кормовоза, приймається рівною 60-75 км/год, залежно від обраного транспорту;

α – коефіцієнт простоїв автомобіля, приймається рівним 0,6.

Необхідна кількість рейсів визначається за формулою:

$$n_{рейс} = W_{комбік}/q_{кормов},$$

де $W_{комбік}$ – маса комбікорму, який необхідно забрати з місця отримання та завантажити у бункера.

$q_{кормов}$ – вантажопідйомність кормовоза, (для марки ЗСК-10 приймається рівною 4,6 т).

Вибір марки кормовозів здійснюють за допомогою табл. 3 залежно від необхідної віддалі транспортування та на основі розрахунку потреби у кормах (місткість бункерів для зберігання).

Таблиця 3. Технічна характеристика кормовозів

Марка:	АСП-25	КАМАЗ 65115	ЗИЛ 433362	МАЗ 4380
Повна маса	24000	24450 кг	11200 кг	12185 кг
Матеріал кузова	сталь	сталь	сталь	сталь
Колісна формула	6х4	6х4	4х2	4х2
КПП:	5 ст	ZF9S	5 ст	5 ст
Потужність , к/с	280	280	150	155
Висота вигрузки (макс)	20000	6900 мм	6900 мм	6500 мм
Висота вигрузки (мін)	-	1900 мм	1900 мм	1900 мм
Продуктивність, т/год	25	15	15	15
Місткість бункера $м^3$	25	17	10	10
Габаритні розміри:	9200/2500 /3600	6690/2490 /3650		5420/2490 /3250

Практична робота №8.
Механізована та автоматизована годівля у відкритих водоймах.

Мета: ознайомитись з засобами механізації для здійснення годівлі риб у відкритих водоймах, вивчити конструкції механічних кормороздавачів та автоматизованих комплексів.

Теоретична частина. Окрім заміни ручної праці у та зменшення трудомісткості виробничих операцій, механізація процесів згодовування кормів у рибництві забезпечує більш раціональне використання кормів, що пов'язано із дозованою годівлею, дачею корму у визначеному місці, мінімальними втратами кормів та іншими факторами. Спосіб вивантаження корму обирається залежно від конфігурації водойми, виду корму, що згодовується, особливостей його складування, та інших місцевих умов.

Механізована годівля риб у відкритих водоймах може здійснюватися з плавучих засобів, стаціонарних берегових автогодівниць або берегових пересувних засобів для внесення корму. Кожен із способів відрізняється технологією завантаження кормів, що знаходяться у центральному складі. При використанні берегових пересувних кормороздавачів їх завантаження відбувається безпосередньо під бункером. Плавучі автогодівниці типу «рефлекс» завантажуються кормом за допомогою плавучих кормонавантажувачів, які у свою чергу завантажуються з бункера, розташованого біля берега або з кормовозу, що обладнаний системою вивантаження. Плавучі кормороздавачі отримують корм аналогічно або з берегового бункера, або з кормовоза. Стаціонарні автогодівниці завантажуються кормом також з кормовозів, інколи – за допомогою пневмотранспорту. При виборі засобів механізації та автоматизації для годівлі риб у відкритих водоймах необхідно враховувати особливості кожної з схем. Наприклад, автогодівниці типу «рефлекс» не можуть забезпечувати дозованої годівлі і видають корм тільки за умови активності

риби; стаціонарні берегові автогодівниці здатні вивантажувати корм на порівняно малу відстань і тому не можуть ефективно використовуватись у великих водоймах. Якщо для годівлі риб у вирощувальних чи нагульних ставах використовуються плавучі кормороздавачі, необхідно передбачити завантаження їх кормом з транспортного засобу, що буде перевозити необхідну кількість корму з складів до берега водойми. У такому випадку процес механізованого внесення кормів буде складатись із наступних операцій: завантаження кормонавантажувача на центральному складі комбікормів, транспортування до берега водойми та вивантаження у кормороздавач, згодовування корму з кормороздавача у процесі його руху по воді.

Хід роботи.

1. Розраховують потребу у засобах при використанні схеми годівлі за допомогою пересувних берегових кормороздавачів.

При використанні берегових пересувних кормороздавачів передбачають їх самостійне завантаження на складах бункерного типу, транспортування комбікорму до водойми (вирощувальні стави) та вивантаження корму вздовж берегової лінії. Тривалість даного технологічного процесу буде становити:

$$T_{год} = t_{зав.} + t_{вивант.} + 2\,L_{пробіг}/(V_{ср}\cdot\alpha), \text{ год};$$

де $t_{зав.}$ – час завантаження пересувного кормороздавача (при навантаження безпосередньо з бункера силосного типу приймається рівним 15 хв);

$t_{вивант.}$ – час згодовування кормів, приймається рівним 1 год;

$L_{пробіг}$ - відстань від ставів до бункерів з кормом, м;

$V_{сер}$ - середня швидкість кормороздавача, - 10-15 км/год;

α – коефіцієнт простоїв кормороздавача, приймається 0,8.

2. Розраховують час роботи завантажувача при використанні плавучої годівниці (Рефлекс 1500). Тривалість процесу завантаження автогодівниці за допомогою кормозавантажувача ПК-3.2 буде визначатись за формулою:

$$T_{год} = t_{зав.} + t_{вивант.} + t_{трасн.}, \text{ год}$$

$t_{зав.}$ – час завантаження кормозавантажувача (при навантаження безпосередньо з бункера силосного типу приймається рівним 1год);

$t_{вивант.}$ – час завантаження корму в автогодівницю, визначається виходячи з продуктивності при завантаження та вантажопідйомності;

$t_{трасн}$ – тривалість руху завантажувача, розраховується з умови, що загальна відстань, яку необхідно пропливати за один цикл, становить 800 м;

3. Здійснюють підбір марки плавучого кормороздавача та таблицею 1.

Таблиця 1. Технічна характеристика плавучих кормороздавачів

Показник	Марка кормороздавача						
	КРЗ-1	СКР-3,0А	АКУ-2	1507	КРП-2	ИКП-1,6	ІРД
Виробнича потужність, т/год	1,2	6,0	6,0	4,0	4,5	3	4,0
Вантажо-підйомність, т	0,6	3,0	1,2	3,0	2	1,6	3,5
Робоча швидкість руху, км/год	6	5	7	6-7	4-5	4-5	4-6
Занурення при завантаженні, м	0,35	0,40	0,30	0,45		0,4	0,48
Тип двигуна	СМ-557Л	підвісний	СМ-557Л	Д37Б	гребне колесо	ДС-25	Д 37М
Габарити, м: довжина, ширина висота борту	5,3 2,5 0,6	7,7 2,8 0,8	4,8 3,5 0,5	9,2 3,0 0,7		7,34 2,5 1,84	8,5 2,7 0,8

4. Для порівняння способів годівлі здійснюють розрахунок тривалості процесу годівлі такої ж кількості корму за допомогою плавучого кормороздавача та роблять висновки.

Практична робота №9.
Автоматизована годівля в РАС.

Мета: ознайомитись конструкціями автогодівниць, які використовуються в РАС, дослідити особливості функціонування автоматизованих ліній годівлі об'єктів аквакультури в РАС.

Теоретична частина. Характерною відмінністю вирощування об'єктів аквакультури в РАС є використання кормів найвищої якості та дотримання чіткого регламенту годівлі. Для годівлі риб у басейнах можна використовувати стаціонарні автогодівниці з різними системами вивантаження корму.

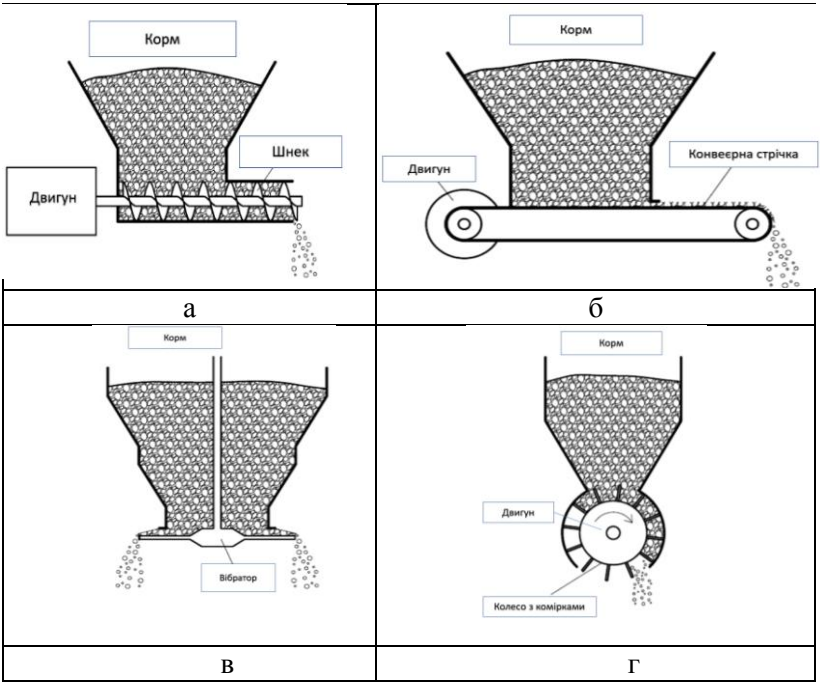

Рис. 1. Конструкції шнекової (а), стрічкової (б), вібраційної (в) та барабанної (г) автогодівниць.

Автогодівниці найкраще підходять для контрольованої годівлі молоді риб кормами розмірами крупки до 8 мм. Видача та дозування корму здійснюється за допомогою вібраційних механізмів, шнеків, лопатей, барабанної системи або системи пневмовивантаження. Автоматизовані лінії годівлі передбачають влаштування повітропроводів, корм з центрального бункеру пневмотранспортом подається і розподіляється між однаковими басейнами.

Також для годівлі риб у групі однакових басейнів можна використовувати автоматизовану лінію годівлі, що включає автогодівницю, закріплену на рухомій платформі на монорельсі, бункер із системою завантаження автогодівниці та блок управління.

Хід роботи.

1. Ознайомлюються з конструкціями автогодівниць, призначеними для годівлі об'єктів аквакультури в РАС. Досліджують їх конструктивні особливості та відмінності від автогодівниць, призначених для відкритих водойм.

2. Досліджують способи вивантаження корму у різних конструкціях автогодівниць, механізми регулювання дози кормів та можливості щодо програмування часу видачі. Визначають переваги та недоліки різних конструкцій.

3. Досліджують особливості організації автоматизованої годівлі риб за допомогою системи пневмотранспорту. Вивчають основні складові автоматизованої лінії. Визначають основні відмінності при влаштуванні стаціонарних автогодівниць та ліній автоматизованої годівлі.

Практична робота №10.
Засоби механізації для облову відкритих водойм.

Мета: ознайомитись із засобами механізації облову спускних та неспускних рибогосподарських водойм, отримати навички проектування основних виробничих операцій при облові водойм.

Теоретична частина. Процес облову нагульних ставів тісно пов'язаний із графіком реалізації риби, тому механізоване перевантаження риби на транспортний засіб буде відбуватись протягом усього періоду її реалізації. Таким чином, господарство у осінній період має потребу щодня відвозити на реалізацію розрахункову кількість живої риби. У склад основних операцій з механізованого облову спускних водойм (нагульних ставів) мають входити наступні: розвантаження, сортування та навантаження риби у живорибний транспорт. Графік роботи навантажувальних та сортувальних засобів повинен бути чітко узгодженим із графіком перевезення товарної риби автотранспортом.

Таблиця 1. Технічна характеристика способів і схем розвантаження живої риби

Показник	Механічний спосіб, схема			Гідромеханічний спосіб	
	кранова	тельферна	скипово-ковшова	із краном «Піонер»	без крана
Продуктивність, т/год	2	8 - 10	2-3	12	10
Споживана потужність, кВт	7	3	5	10	8
Кількість травмованої риби, %	До 5	До 3	До 8 - 10	До 5	До 3
Висота завантаження, м	5	До 10	4	5	1

Для концентрування риби при облові спускних водойм проектують рибовловлювач, розташований на скидному каналі. Підганяти рибу до камер облову рибовловлювача можна або за допомогою електрогонів, або вертикальною рухомою решіткою, що працює за допомогою двобарабанної лебідки. Для розвантаження рибовловлювачів та навантаження риби на транспортний засіб застосовують кранову схему або гідромеханічний спосіб без використання крана.

Таблиця 2. Технічна характеристика крана «Піонер»

Вантажопідйомність, кг	500	750	1000
Висота підняття при встановленні на землі, м	4,5	4,5	6
Швидкість підняття, м/с	0,2	0,14	0,74
Потужність привода, кВт	4,0	4,0	4,25
Габаритні розміри, м	4,2x1,78x5,4	4,28x1,7x5,4	4,5x2,0x6,0
Маса, кг	910	921	1790
Діаметр каната, мм	6,9	6,9	12

Хід роботи.

1. Ознайомлюються із складовими елементами технологічної схеми облову спускних водойм з використанням рибовловлювача. Досліджують особливості застосування на рибовловлювачах рухомих механічних граток та електогонів.

2. Досліджують технічні характеристики різних схем завантаження риби на транспорт, визначають їх характерні переваги та недоліки. Визначають тривалість навантаження на транспорт з використанням різних способів (за табл. 1).

Список літератури.

1. Odd-Ivar Lekang. Aquaculture Engineering, Third Edition : Published by John Wiley & Sons Ltd., 2020. 525 p.
2. Bregnballe J. A. Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems : FAO and EUROFISH, 2015. 97 p.
3. Шерман І.М., Рилов В.Г. Технологія виробництва продукції рибництва : підручник. Київ : «Вища освіта», 2005. 351 с.
4. Сучасна аквакультура: від теорії до практики : практичний посібник / Шарило Ю.Є. та ін. К.: «Простобук», 2016. 119 с.
5. Timmons M.B, Ebeling J.M., Wheaton F.W, Summerfelt S.T, Vinci B.J. Recirculating Aquaculture Systems. Ithaca, NY : Cayuga Aqua Ventures, 2001. 650 p.
6. Маменко О.М., Портянник С.В., Щербак О.В.. Інноваційні технології в рибництві. Харків : РВВ Харківської державної зооветеринарної академії, 2017. 320 с.
7. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. John S. Lucas, Paul C. Southgate, Craig S. Tucker (Editors). 2019. Wiley-Blackwell. ISBN 978-1119230861.
9. Андрющенко А.І., Вовк Н.І. Аквакультура штучних водойм. Частина ІІ. Індустріальна аквакультура : підручник. Київ, 2014. 586 с.