

УДК 639.3:727:(597.2/.7:069.029)

DOI <https://doi.org/10.32782/wba.2024.1.2>

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В АКВАКУЛЬТУРІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНКУ

¹Гриневич Н.Є. – д. вет. н.,

¹Хом'як О.А. – к.с.-г. н.,

¹Слюсаренко А.О. – к. вет. н.,

¹Жарчинська В.С. – асистент,

²Пукало П.Я. – к. вет. н.,

³Курилас Л.В. – с.н.с.,

¹Білоцерківський національний аграрний університет,

²Львівський національний університет ветеринарної медицини
та біотехнологій імені С.З. Гжицького,

³Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів
та кормових добавок,
zharchynskavs@ukr.net

Аквакультура – сільськогосподарська діяльність, яка зазнає значного розвитку завдяки використанню передових технологій у вирощуванні риби, молюсків та ракоподібних. Аналітичний огляд спрямований на використання програмних продуктів AutoCAD та SolidWorks для моделювання індустріальних рибницьких господарств. AutoCAD – це потужний інструмент для створення 2D- та 3D-моделей, який забезпечує точність та швидкість проектування. SolidWorks дозволяє працювати з багатьма типами моделей і забезпечує широкі можливості для роботи зі складними формами. Використання програмних пакетів AutoCAD та SolidWorks дозволяє створювати віртуальні моделі аквакультурних об'єктів, враховуючи їх геометрію, структуру та внутрішній розподіл. Застосування програмного забезпечення під час моделювання RAS-систем, дозволяє ефективно проектувати і візуалізувати основні складові установок замкнутого водопостачання: блок моніторингу контролю та сигналізації, модулі басейнів, водоподачу, механічну та біологічну фільтрацію, оксигенацію, УФ-стерилізацію, інші інженерні рішення враховуючи економічні показники роботи обладнання.

Завдяки можливостям AutoCAD та SolidWorks, фахівцям з водних біоресурсів та аквакультури можна враховувати географічні особливості, кліматичні умови, рельєф місцевості, а також розміщення інфраструктури для оптимізації виробничих процесів та забезпечення екологічної безпеки.

Дослідження включає аналіз функціоналу програмних пакетів для створення деталізованих моделей господарств аквакультури з урахуванням факторів, які впливають на продуктивність та стійкість систем. Використання цих програм дозволяє автоматизувати процеси проектування, сприяє зниженню витрат часу та ресурсів на розробку проєктів, а також підвищує точність та якість результатів моделювання.

Отже, використання програмного забезпечення AutoCAD та SolidWorks у моделюванні рециркуляційних аквакультурних систем є важливим інструментом для забезпечення ефективного та інноваційного розвитку аквакультурної діяльності, сприяючи покращенню управління ресурсами та збільшенню виробничої потужності.

Ключові слова: моделювання, аквакультура, автоматизоване проектування, технологічний процес, інженерне рішення, програмне забезпечення.

Постановка проблеми. Використання систем автоматизованого проектування (САПР), таких як AutoCAD і SolidWorks, у галузі рибництва та індустріальної аквакультури розглядається як: проектування інфраструктури господарств; моделювання окремих гідротехнічних інженерних споруд та обладнання. Системи сприяють визначенню оптимальних розмірів та конфігурації для раціонального використання площі та простору. Також за допомогою САПР можна створювати плани мереж, включаючи системи водопостачання, водовідведення, очищення води, що допомагає забезпечити ефективну роботу всієї рециркуляційної аквасистеми.

В цілому, використання САПР може покращити ефективність та контроль у сфері аквакультури, сприяючи збільшенню виробництва та зниженню ризиків на етапах проектування та моделювання.

Мета роботи полягає в аналізі використання прикладного програмного забезпечення AutoCAD і SolidWorks для проектування та моделювання технологічних процесів рибницьких господарств індустріального типу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У постійному процесі розвитку технологій відтворення та вирощування гідробіонтів виникають питання актуальності використання найбільш ефективних систем автоматизованого проектування для інженерних рішень галузі аквакультури [6, 9]. Оптимізація процесів технологічної карти аквакультури в умовах екологічної трансформації націлена на врахування адаптаційних можливостей самого організму гідробіонтів, їх адаптацію під нові або удосконалені технології на підприємстві [5, 8].

Важливим є впровадження інтегрованих інформаційних технологій на всіх етапах створення та експлуатації господарства [2]. Найбільш прогресивною та перспективною умовою удосконалення процесу проектування є створення і впровадження в практику систем автоматизованого проектування і розрахунку. САПР – логічно пов'язана сукупність програм, що дозволяє отримувати на етапі ескізного проектування елементів господарства їх облік, структуру, параметри. САПР забезпечують не тільки виконання креслярської документації, але і дають можливість автоматизації проектно-конструкторських і технологічних робіт, використання бібліотек типових елементів, бібліотек матеріалів, технологічного оснащення і т. д. [1].

Компоненти САПР включають в себе наступні види забезпечення: математичне, лінгвістичне, технічне, інформаційне, програмне, методичне, організаційне [7]. Стандарт ЄСКД відносно конструкторської документації (КД) і стандарт ЄСПД відносно програмної документації (ПД) для технічних комплексів і систем незалежно від їхнього призначення й області застосування регламентує 5 стадій розробки [11]: технічне завдання, ескізний проект, технічний проект, робочий проект, впровадження.

Під час планування аквакультурних комплексів «під ключ» використовують системи автоматизованого проектування AutoCAD та SolidWorks.

Програмний комплекс AutoCAD – найвідоміша система комп'ютерної інженерної графіки, потужний пакет для автоматизації розробки, виконання проектно-конструкторських рішень. Розроблений компанією «Autodesk» (США) та належить до класу CAD програм (Computer Aided Design), призначених в основному для розробки конструктивної документації: креслень, схем, моделей об'єктів. Перша версія програми була випущена у грудні 1982 р. Назва програми AutoCAD утворена від Automated Computer Aided Drafting and Design [3, 4].

Програма широко використовується у будівництві, архітектурі, машинобудуванні та проектуванні аквакультурних систем.

Автори [10, 13] виділяють основні можливості системи автоматизованого проектування AutoCAD:

- оформлювати креслення та здійснювати 2D-моделювання, 3D-моделювання;
- на основі об'ємної моделі автоматично отримувати плоскі зображення її проекцій;
- колективна робота над проектом за допомогою локальних комп'ютерних мереж та Internet;
- обмін даними між проектами;
- за допомогою вбудованої в систему AutoCAD мови програмування AutoLISP розробка будь-яких додатків для розв'язання конкретних проектних задач.

Існують різні версії AutoCAD, орієнтовані на автоматизацію проектування в різних галузях, зокрема: AutoCAD MEP, AutoCAD Electrical, AutoCAD Map 3D, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Architecture, AutoCAD LT, AutoCAD Mechanical.

Автори [2, 3] під час дослідження основних особливостей інтерфейсу AutoCAD визначили: паралельну обробку декількох процесів середовища проектування одночасно, AutoCAD Design Center (додавання компонентів з різних проектів у поточний проект), автоматичне нанесення розмірів для вибраного об'єкту, за зміною геометрії об'єкту після його редагування

автоматично змінюються і його розміри, прив'язка/автовідстежування – проектування і редагування без необхідності виконувати допоміжні геометричні побудови, динамічне завантаження окремих частин проекту і зовнішніх посилань в процесі роботи, зміна масштабу моделей в реальному часі, активні робочі площини у видових екранах, менеджер властивостей об'єктів, створення додатків на мові AutoLISP, розширені можливості для виведення проектів на друк, можливість автоматичного генерування Web-сторінок у форматі HTML.

Отже, використання програмного забезпечення AutoCAD дозволяє моделювати основні елементи рециркуляційних аквакультурних систем з впровадженням у процес відтворення та вирощування гідробіонтів.

SolidWorks – програмний комплекс САПР, що використовується для автоматизації конструкторської та технологічної підготовки індустріальних рибницьких господарств. Забезпечує проектування виробів будь-якого ступеня складності та призначення. Представлений до використання компанією-розробником «Dassault Systemes SE» (Франція) у 1995 році [12, 15]. Система SolidWorks стала першою САПР, що підтримує твердотільне моделювання для операційного середовища Microsoft Windows, надаючи користувачу максимальну ефективність і зручність у використанні [2].

Програмний комплекс включає базові конфігурації SolidWorks Standard, SolidWorks Professional, SolidWorks Premium, а також різні прикладні модулі: SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation Professional, SolidWorks Simulation Premium, SolidWorks Flow Simulation, SolidWorks Composer, SolidWorks Inspection, SolidWorks Plastics [10].

Основу програмного продукту складає: конструкторська та технологічна підготовка, управління даними і процесами. Застосування SolidWorks відкриває широкі можливості для інтенсифікації процесу розробки електронних креслень і моделей, забезпечує високу якість під час виконання, підтримує формати розширення DWG, STEP, DXF, SLDPRТ, ACIS, DXF, здійснює експорт-імпорт даних із різними CAD/CAM/CAE системами [12].

За даними [3, 7], до переваг програмного продукту SolidWorks належить: створення 3D-моделей різних об'єктів; редагування та зміна існуючих моделей; проектування технічного креслення; створення ескізів та примітивів; моделювання технологічних процесів; передача геометрії виробів у розрахункові пакети; утиліти обміну з AutoCAD; візуалізація моделі та реалістичне зображення; наявність документації та специфікації, екологічна експертиза проекту: технології SustainabilityXpress.

З метою проектування рибницьких господарств індустріального типу в цілому використовують дві основні версії – SolidWorks Standard та SolidWorks Professional [14].

SolidWorks Standard – програмний комплекс, який забезпечує гібридне параметричне моделювання: твердотільне моделювання, моделювання поверхонь, каркасне моделювання та їх комбінації без обмеження ступеня складності. За допомогою технології Instant3D відбувається пряме редагування геометрії виробу. Використовують для складання планів та схем рибницьких господарств де є необхідність розробляти і випускати креслярську, текстову документацію, специфікації [12].

Експертними системами *SolidWorks Standard* є [2, 3]: *SketchXpert* (аналіз конфліктів в ескізах, пошук оптимального рішення); *FeatureXpert*, *FilletXpert*, *DraftXpert* (оптимізація порядку побудови моделі); *DimXpert* (автоматизована простановка розмірів і допусків у 3D-моделі, кресленнях, можливість роботи з імпортованою геометрією). Параметрична технологія дає змогу швидко отримувати моделі типових елементів на основі одного спроектованого прототипу. Численні сервісні функції програмного пакету мінімізують складність проектування та обслуговування рециркуляційних аквакультурних систем. Програма дозволяє створювати складні геометричні форми, додавати та змінювати розміри, застосовувати різні матеріали та тексти до моделі, а також редагувати їх у будь-який час у процесі роботи.

Трансляція даних програмного забезпечення *SolidWorks* відбувається нейтральними форматами (STEP AP203/AP214, Parasolid, ACIS, IGES, VDAFS, STL, VRML) та прямими трансляторами (Pro/ENGINEER, NX, Solid Edge, Inventor, CATIA Graphics).

SolidWorks Professional включає функціональні можливості *SolidWorks Standard*, а також [3]:

- бібліотеки виробів (*SolidWorks Toolbox*): за стандартами ISO, ANSI, BSI, DIN, JIS, CISC, PEM®, SKF®, Torrington®, Truarc®, Unistrut®. *Toolbox* різних версій *Solidworks* несумісний і під час встановлення *Solidworks* є можливість оновлення або встановлення нової версії *Toolbox*;

- інтерактивна документація;

- розпізнавання і параметризація імпортованої геометрії: технології *Feature Works*;

- автоматична перевірка і коригування моделей/креслень на відповідність стандартам підприємства: технології *Design Checker*;

- порівняння документів *SolidWorks*: деталі, збірки, креслення: технології *SolidWorks Utilities*;

- планування завдань (*Task Scheduler*): налаштування завдань для виконання за розкладом.

Основні відмінності *SolidWorks* від *AutoCAD* полягають у тому, що *AutoCAD* краще підходить для 2D-креслень і непараметричного проектування, тоді як *SolidWorks* найкраще підходить для 3D-проективання і параметричного проектування. *AutoCAD* більш гнучкий як для 2D, так і для

3D CAD, тоді як Solidworks краще підходить для спеціалізованого 3D-рендеринга [10].

Загалом, SolidWorks – це потужний інструмент для проектування та моделювання різних об'єктів. З його допомогою можна створювати складні тривимірні моделі, генерувати технічну документацію та проводити аналіз та оптимізацію створених об'єктів.

З огляду на загальні характеристики систем автоматизованого проектування варто порівняти основні функції під час роботи з вище описаним software product. Результати порівняння представлено в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика САПР AutoCAD та SolidWorks

Показник	Назва САПР	
	AutoCAD	SolidWorks
Бібліотеки	Відсутні	Наявні
Мова програмування	AutoLISP, Visual Basic, C++	C++
Специфікація	За допомогою опції «Автоматична специфікація»	Синхронізація з моделлю
3D-моделювання	Бібліотека твердих тіл	Створення твердотільних об'єктів
Параметризація	Наявна	Наявна
Створення розгорток поверхні	Не можна	Можна
Налаштування інтерфейсу	Можна	Можна
Логіка інтерфейсу	Логічний	Логічний
Формат креслення	DWF, DWG, DXF	STEP, IGES, ACIS
Імпорт даних з готових PDF-документів	Так	Так
Збереження креслення у форматі PDF	Так	Так
Синхронізація параметрів з Excel-таблицями	Так	Так
Доопрацювання макетів в альтернативних software	Ні	Так
Використання безкоштовних демо-версій	Так, впродовж 7 діб	Так, впродовж 7 діб
Доступні мови:	Багатомовна	Багатомовна
Оновлення / вдосконалення	Постійно	Постійно
Інтерфейс	Логічний	Логічний
Конвертація тривимірного креслення в двовимірне (і навпаки)	Ні	Так
Підтримка безкоштовної пробної версії	Так, впродовж 30 діб	Так, впродовж 30 діб

Джерело: розроблено авторами

З даних таблиці 1 видно, що під час проектування аквакультурних систем доцільно використовувати САПР AutoCAD або SolidWorks. Вибір

програмного продукту залежить від майбутніх конструкторських рішень та потужності персональних комп'ютерів.

Висновки. Використання програмних продуктів AutoCAD та SolidWorks в аквакультурі виявляється дуже корисним та перспективним з позиції підвищення ефективності, точності та інноваційності. На підставі проведеного аналізу можна зробити кілька важливих висновків:

– використання AutoCAD та SolidWorks дозволяє автоматизувати процеси проектування аквакультурних комплексів, що зменшує час та витрати ресурсів на розробку проектів;

– програмні продукти надають широкі можливості для створення деталізованих 2D- та 3D-моделей, що дозволяє враховувати найменші деталі та параметри аквакультурних систем;

– використання програмного забезпечення дозволяє аналізувати різні варіанти розташування та конфігурації індустріальних рибницьких господарств для оптимізації їхнього функціонування та ефективності;

– моделювання з використанням AutoCAD та SolidWorks дозволяє враховувати екологічні ризики та вплив на природне середовище, що сприяє підвищенню стійкості та безпеки аквакультурних систем.

Отже, використання програмного забезпечення AutoCAD та SolidWorks є ключовим для подальшого розвитку та вдосконалення діяльності з відтворення та вирощування гідробіонтів, дозволяючи підвищити її ефективність, стійкість та сталість.

MODELLING OF TECHNOLOGICAL PROCESSES IN AQUACULTURE USING COMPUTER-AIDED DESIGN AND CALCULATION SYSTEMS

¹*Grynevych N.E. – Doctor of Veterinary Sciences,*

¹*Khomiak O.A. – Candidate of Agricultural Sciences,*

¹*Sliusarenko A.O. – Candidate of Veterinary Sciences,*

¹*Zharchynska V.S. – Assistant,*

²*Pukalo P.Ya. – Candidate of Veterinary Sciences,*

³*Kurylas L.V. – Senior Researcher,*

¹*Bila Tserkva National Agrarian University,*

²*Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies of Lviv,*

³*State Research and Control Institute of Veterinary Preparations and Feed Additives,
zharchynskavs@ukr.net*

Aquaculture is an agricultural activity that is undergoing significant development due to the use of advanced technologies in the cultivation of fish, shellfish and crustaceans. This analytical review focuses on the use of AutoCAD and SolidWorks

software for modelling industrial fish farms. AutoCAD is a powerful tool for creating 2D and 3D models that ensures accuracy and speed of design. SolidWorks allows you to work with many types of models and provides extensive capabilities for working with complex shapes. The use of AutoCAD and SolidWorks software packages allows you to create virtual models of aquaculture facilities, taking into account their geometry, structure and internal distribution. The use of software in the modelling of RAS systems allows to effectively design and visualize the main components of closed water supply systems: monitoring, control and alarm units, pool modules, water supply, mechanical and biological filtration, oxygenation, UV sterilization, and other engineering solutions, taking into account the economic performance of the equipment.

Thanks to the capabilities of AutoCAD and SolidWorks, aquatic bioresources and aquaculture specialists can take into account geographical features, climatic conditions, terrain, and infrastructure location to optimize production processes and ensure environmental safety.

The study includes an analysis of the functionality of software packages for creating detailed models of aquaculture farms, taking into account factors that affect the productivity and sustainability of the systems. The use of these software programs allows automating design processes, reduces time and resources spent on project development, and improves the accuracy and quality of modelling results.

Therefore, the use of AutoCAD and SolidWorks software in the modelling of recirculating aquaculture systems is an important tool for ensuring efficient and innovative development of aquaculture activities, contributing to improved resource management and increased production capacity.

Keywords: modelling, aquaculture, computer-aided design, technological process, engineering solution, software.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бондар Л. П., Дрьомова Н. В., Гордєєва О. А. Впровадження у навчальний процес активних методів навчання. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 242–247.
2. Бугаєв А. В., Занора В. О., Юринець Р. В. Аналіз сучасних САПР і їх порівняльна характеристика. *Вісник Черкаського державного технологічного університету*. 2008. № 1. С. 96–99.
3. Гервас О. Г. САПР об'єктів середовища. Навчально-методичний посібник. Умань, 2018. 160 с.
4. Гніденко І. А., Воробйов І. Є. Аналіз сучасних продуктів 3D-моделювання, можливості їх застосування в навчальному процесі. *Проблеми інформатизації та управління*. 2016. Вип. 3(55). С. 25–28.
5. Гончарова О. В., Кутіщев П. С. Аспекти формування потенціалу та розвитку української аквакультури на фоні євроінтегрування інноваційних рішень. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2023. Вип. 1(13). С. 73–82. URL: <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.6>
6. Гриневич Н. Є., Хом'як О. А., Слюсаренко А. О., Пукало П. Я., Світельський М. М., Старостенко І. С. Формування професійних компетентностей у здобувачів освітніх програм «Водні біоресурси та аквакультура».

- культура» в Білоцерківському національному аграрному університеті. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 133. С. 313–319. URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.42>
7. Іванеко Ю. В. Активні методи навчання як засіб актуалізації особистісного сенсу в пізнавальній діяльності студентів. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*. 2012. Вип. 37. С. 93–96.
 8. Кутіщев П. С., Гончарова О. В. Інтегративність новітніх технологій у карту експериментальних досліджень в аквакультурі: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів». (27–29 жовтня, 2020 р.). м. Київ. С. 90–92.
 9. Кухарець С. М., Овдіюк В. М., Овдіюк О. М. Теорія та методологія аквакультурних систем і технологій. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2022. Вип. 2(12). С. 138–149. URL: <https://doi.org/10.32851/wba.2022.2.9>
 10. Лазебний В. М. Моделювання механічних деталей за допомогою AutoCAD і Solidworks для друку на 3D-принтерах. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*. 2021. Том 32(71). № 3. С. 105–110. URL: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.3/17>
 11. Поліщук М. М., Ткач М. М. CAD-системи та мультимедіа: навчальний посібник. Київ, 2021. 112 с. (с. 33).
 12. Савінок О. М., Марінічева К. В., Єгоров В. Б., Тельпашов К. Б. Програма “Solidworks Professional” і деякі закономірності гідробіоніки для побудови моделей підводних апаратів. *Збірник наукових праць НУК*. 2020. № 4. С. 22–28. URL: [https://doi.org/10.15589/znp2020.4\(482\).3](https://doi.org/10.15589/znp2020.4(482).3)
 13. Ene A. G., Mihai C. Computer aided design of an aquaculture equipment for the durable development of the marine ecosystem’s biodiversity. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. 432 012003. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/432/1/012003>
 14. Muralidhar M., Ashok Kumar J., Suvana S., Jayanthi M., Vishwajeet P., Syama Dayal J. Dynamic modelling of coastal aquaculture systems: A Review. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 2023. 26(3): 40–52. URL: <https://doi.org/10.14321/ahm.026.03.40>
 15. Saad A., Su B., Bjørnson F.O. A web-based platform for efficient and robust simulation of aquaculture systems using integrated intelligent agents. *Procedia Computer Science*. 2023. 225, 4560–4569. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.454>

REFERENCES

1. Bondar L. P., Dromova N. V., Hordieieva O. A. (2019). *Vprovadzhennia u navchalnyi protses aktyvnykh metodiv navchannia* [Implementation of

- active teaching methods in the educational process]. *Taurida Scientific Herald*, 106, 242–247. [in Ukrainian].
2. Buhaiev A. V., Zanora V. O., Yurynets R. V. (2008). *Analiz suchasnykh SAPR i yikh porivnialna kharakterystyka* [Analysis of modern CAD systems and their comparative characteristics]. *Bulletin of Cherkasy State Technological University*, 1, 96–99. [in Ukrainian].
 3. Hervas O. H. (2018). *SAPR obektiv seredovysshcha* [CAD of environmental objects]. Uman. [in Ukrainian].
 4. Hnidenko I. A., Vorobiov I. Ie. (2016). *Analiz suchasnykh produktiv 3D-modeliuвання, mozhyvosti yikh zastosuvannya v navchalnomu protsesi* [Analysis of modern 3D modelling products, possibilities of their application in the educational process]. *Problems of Informatization and Management*, 3(55), 25–28. [in Ukrainian].
 5. Honcharova O. V., Kutishchev P. S. (2023). *Aspekty formuvannya potentsialu ta rozvytku ukrainskoi akvakultury na foni yevrointehruвання innovatsiinykh rishen* [Aspects of formation of the potential and development of Ukrainian aquaculture under the conditions of European integration of innovative solutions]. *Water Bioresources and Aquaculture*, 1(13), 73–82. URL: <https://doi.org/10.32851/wba.2023.1.6> [in Ukrainian].
 6. Hrynevych N. Ie., Khomiak O. A., Sliusarenko A. O., Pukalo P. Ia., Svitelskyi M. M., Starostenko I. S. (2023). *Formuvannya profesiinykh kompetentnostei u zdobuvachiv osvitnykh prohram “Vodni bioresursy ta akvakultura” v Bilotserkivskomu natsionalnomu ahrarnomu universyteti* [Formation of professional competences of students of the educational programs “Aquatic Bioresources and Aquaculture” at Bila Tserkva National Agrarian University]. *Taurida Scientific Herald*, 133, 313–319. URL: <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.42> [in Ukrainian].
 7. Ivanecko Yu. V. (2012). *Aktyvni metody navchannia yak zasib aktualizatsii osobystisnoho sensu v piznavalnii diialnosti studentiv* [Active teaching methods as a means of actualising personal meaning in students’ cognitive activity]. *Naukovi Chasopys Dragomanov Ukrainian State University*, 37, 93–96. [in Ukrainian].
 8. Kutishchev P. S., Honcharova O. V. (2020). *Intehratyvni novitnikh tekhnolohii u kartu eksperymentalnykh doslidzhen v akvakulturi* [The integrability of the latest technologies in the map of experimental research in aquaculture]. *Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii “Suchasni problemy ratsionalnoho vykorystannia vodnykh bioresursiv”*. (27-29 zhovtnia, 2020 r.). Kyiv. PP. 90–92. [in Ukrainian].
 9. Kukharets S. M., Ovdiuk V. M., Ovdiuk O. M. (2022). *Teoriia ta metodolohiia akvakulturnykh system i tekhnolohii* [Theory and methodology of aquaculture systems and technologies]. *Water Bioresources and Aqua-*

- culture*, 2(12), 138–149. URL: <https://doi.org/10.32851/wba.2022.2.9> [in Ukrainian].
10. Lazebnyi V. M. (2021). *Modeliuvannia mekhanichnykh detalei za dopomohoiu Autocad i Solidworks dlia druku na 3D-prynterakh* [Modelling mechanical parts using Autocad and Solidworks for printing on 3D printers]. *Scientific notes of Vernadsky TNU*, 32(71), 3, 105–110. URL: <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.3/17> [in Ukrainian].
 11. Polishchuk M. M., Tkach M. M. (2021). *CAD-systemy ta multymedia: navchalnyi posibnyk* [CAD-systems and multimedia]. Kyiv. [in Ukrainian].
 12. Savinok O. M., Marinicheva K. V., Yehorov V. B., Telpashov K. B. (2020). *Prohrama "Solidworks Professional" i deiaki zakonomirnosti hidrobioniky dlia pobudovy modelei pidvodnykh aparativ* [Solidworks Professional software and some regularities of hydrobiology for building models of underwater vehicles]. *Collection of scientific works of NUK*, 4, 22–28. URL: [https://doi.org/10.15589/znp2020.4\(482\).3](https://doi.org/10.15589/znp2020.4(482).3) [in Ukrainian].
 13. Ene A. G., Mihai C. (2020). Computer aided design of an aquaculture equipment for the durable development of the marine ecosystem's biodiversity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 432, 012003. URL: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/432/1/012003>
 14. Muralidhar M., Ashok Kumar J., Suvana S., Jayanthi M., Vishwajeet P., Syama Dayal J. (2023). Dynamic modelling of coastal aquaculture systems: A Review. *Aquatic Ecosystem Health & Management*, 26(3), 40–52. URL: <https://doi.org/10.14321/ae hm.026.03.40>
 15. Saad A., Su B., Bjørnson F. O. (2023). A web-based platform for efficient and robust simulation of aquaculture systems using integrated intelligent agents. *Procedia Computer Science*, 225, 4560–4569. URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.454>