



No 50 (2020)

P.1

The scientific heritage

(Budapest, Hungary)

The journal is registered and published in Hungary.

The journal publishes scientific studies, reports and reports about achievements in different scientific fields. Journal is published in English, Hungarian, Polish, Russian, Ukrainian, German and French.

Articles are accepted each month. Frequency: 12 issues per year.

Format - A4

ISSN 9215 — 0365

All articles are reviewed

Free access to the electronic version of journal

Edition of journal does not carry responsibility for the materials published in a journal. Sending the article to the editorial the author confirms it's uniqueness and takes full responsibility for possible consequences for breaking copyright laws

Chief editor: Biro Krisztian

Managing editor: Khavash Bernat

- Gridchina Olga - Ph.D., Head of the Department of Industrial Management and Logistics (Moscow, Russian Federation)
- Singula Aleksandra - Professor, Department of Organization and Management at the University of Zagreb (Zagreb, Croatia)
- Bogdanov Dmitrij - Ph.D., candidate of pedagogical sciences, managing the laboratory (Kiev, Ukraine)
- Chukurov Valeriy - Doctor of Biological Sciences, Head of the Department of Biochemistry of the Faculty of Physics, Mathematics and Natural Sciences (Minsk, Republic of Belarus)
- Torok Dezso - Doctor of Chemistry, professor, Head of the Department of Organic Chemistry (Budapest, Hungary)
- Filipiak Pawel - doctor of political sciences, pro-rector on a management by a property complex and to the public relations (Gdansk, Poland)
- Flater Karl - Doctor of legal sciences, managing the department of theory and history of the state and legal (Koln, Germany)
- Yakushev Vasilij - Candidate of engineering sciences, associate professor of department of higher mathematics (Moscow, Russian Federation)
- Bence Orban - Doctor of sociological sciences, professor of department of philosophy of religion and religious studies (Miskolc, Hungary)
- Feld Ella - Doctor of historical sciences, managing the department of historical informatics, scientific leader of Center of economic history historical faculty (Dresden, Germany)
- Owczarek Zbigniew - Doctor of philological sciences (Warsaw, Poland)
- Shashkov Oleg - Candidate of economic sciences, associate professor of department (St. Petersburg, Russian Federation)

«The scientific heritage»

Editorial board address: Budapest, Kossuth Lajos utca 84,1204

E-mail: public@tsh-journal.com

Web: www.tsh-journal.com

CONTENT

AGRICULTURAL SCIENCES

- Dubrovskaya N.**
EFFECTIVENESS OF FUNGICIDES AGAINST THE CAUSATIVE AGENT OF FUSARIUM DISEASES OF CEREALS-THE FUNGUS FUSARIUM PROLIFERATUM ... 3
- Yakutkin V.**
PHYTOSANITARY SITUATION WITH PHOMOPSIS ON SUNFLOWER CROPS IN RUSSIA AND THE UIS COUNTRIES, THE INFLUENCE OF SOURCES OF DISEASE INFECTION ON ITS CONDITION.....5

EARTH SCIENCES

- Arsanova G.**
VOLCANO AS A DEEP GEOLOGICAL STRUCTURE (MECHANISMS OF OCCURRENCE AND RUNOFF OF MAGMA)16
- Sokolova N.**
ON MODEL NATURAL STRUCTURES OF HYDRO- AND LITHODYNAMIC FLOWS MANAGEMENT24

TECHNICAL SCIENCES

- Abilov R.**
IMPROMENT OF ANTISEEPAGE MEASURES AND NEW DESIGN OF THE SINK AND APRON 29
- Abramyan S., Shayunusov A., Burlachenko A., Danachov A.**
BIM TECHNOLOGIES AS THE BASIS FOR RESOLVING MODERN BUILDING CONSTRUCTION PROBLEMS 32
- Gunko I., Burlaka S.**
MATHEMATICAL SIMULATION OF OPERATION OF THE POWER SYSTEM OF A DIESEL ENGINE WORKING ON BIOFUEL WITH THROTTLE CONTROL OF THE FUEL COMPOSITION.....34
- Morgay F., Ivanov V., Ivashchenko V.**
METALLOGRAPHIC EXPERTISE OF WELDED BELLOWS FROM AUSTENITIC STEEL 39
- Ovchinnikov N., Chemezov E., Ammosova M.**
FACTORS AFFECTING ON THE FREQUENCY OF WATER RESERVOIRS CLEANING IN THE DRAINAGE SYSTEMS OF UNDERGROUND KIMBERLITE MINES..... 41
- Salamov O., Efendieva N.**
CALCULATION OF KINETIC CHARACTERISTICS OF HELIOGASIFICATION OF VARIOUS TYPES OF BIOMASS AND WASTE45
- Semenov A., Sakhno T.**
METHOD OF ULTRAVIOLETAL DISINFECTION OF WATER IN FISH GROWING IN RECIRCULATION AQUACULTURAL SYSTEMS53
- Serdyuchenko V., Salfetnikov D.**
HISTORICAL BREAKTHROUGH IN DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION OF SKY SCRAPERS58
- Tyapin A., Kinev E.**
APPLICATION OF THE INDUCTOR MODELING TECHNIQUE FOR DESIGNING A SERIES OF INDUCTION DEVICES61

«Альтернативная энергетика и экология», 2006, № 10 (42), с. 37-39.

6. Салманова Ф.А., Мустафаева Р.М., Саламов О.М. и др. Кинетика взаимодействия древесного угля с водяным паром в гелиореакторе. *Colloquium-journal, Technical science*, №2(54), 2020, с.14-17.

7. Эфендиева Н.Г. Физико-химические процессы гелиогазификации сельскохозяйственных отходов: Автореф. дис. канд. физ.-хим. наук. Баку, 1991.

8. А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. Физическая химия. Высшая школа, 1988, 497 с.

9. Ольгин А.А. Разработки технология получения синтез газа из смеси тяжелых нефтяных остатков и биомассы. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Астрахань, 2019, 147 с.

10. Амелин А.Т., Зубова И.Г. и др. Химические реакторы. М: Химия, 1973, 98 с

МЕТОД УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ ПРИ ВИРОЩУВАННІ РИБИ В РЕЦИРКУЛЯЦІЙНИХ АКВАКУЛЬТУРНИХ СИСТЕМАХ

Семенов А.О.

доцент кафедри товарознавства, біотехнології, експертизи та митної справи, к.ф.м.н.

Полтавський університет економіки і торгівлі

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3184-6925>

Сахно Т.В.

професор кафедри біотехнології та хімії, д.х.н

Полтавська державна аграрна академія

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7049-4657>

METHOD OF ULTRAVIOLETAL DISINFECTION OF WATER IN FISH GROWING IN RECIRCULATION AQUACULTURAL SYSTEMS

Semenov A.

Associate Professor, Ph.D.

Department of commodity, biotechnology, expertise and customs

Poltava University of Economics and Trade

Sakhno T.

Professor of the Department biotechnology and chemistry, Doctor of Chemical Sciences

Poltava State Agrarian Academy

Анотація

У роботі розглянуті сучасні підходи до застосування технологій бактерицидного знезараження води при вирощуванні риби в закритих рециркуляційних системах. Розроблена електрична система знезараження води в басейнах для риб з використанням УФ-випромінювання, що генерується лампами низького тиску. Запропонована установка УФ-знезараження води забезпечує бактерицидний потік 160 Вт/м². Для басейну з об'ємом води 300 м³ бактеріологічна чистота води забезпечується однією установкою потужністю 480 Вт з опроміненням не менше 80 Дж/м².

Abstract

The paper considers modern approaches to the use of bactericidal water disinfection technologies when growing fish in closed recirculation systems. An electrical system for water disinfection in fish pools using UV radiation generated by low pressure lamps has been developed. The proposed UV water disinfection unit provides a bactericidal flow of 160 W/m². For a pool with a water volume of 300 m³, the bacteriological purity of water is provided by using one 480 W unit with an irradiation of at least 80 J/m².

Ключові слова: аквакультура, вирощування осетрових риб, установка замкненого водопостачання, УФ-дезінфекція води.

Keywords: aquaculture, sturgeon farming, recirculating aquaculture systems, UV water disinfection.

Постановка проблеми

За останні роки в Україні, як і в ряді інших країн, все більшого значення набувають індустріальні методи розведення об'єктів аквакультури, в число яких входить вирощування риби в басейнах з використанням теплої води енергооб'єктів в оборотних системах водопостачання та установок із замкнутим циклом водопостачання - установок замкненого водопостачання (УЗВ) [17,20].

Найбільш поширеним з вищеназваних методів культивування риби вважається її вирощування в УЗВ системах. З світової практики відомо, що при

використанні даної технології досягаються високі темпи зростання риби при мінімальних кормових та енергетичних витратах. При таких умовах забезпечується незалежність виробництва від умов зовнішньої середовища, з'являється можливість оптимізації гідрохімічного режиму для вирощування практично будь-яких видів гідробіонтів. Одним з перспективних об'єктів культивування в УЗВ можна по праву вважати різні види осетрових, що характеризуються якісними показниками і високою швидкістю росту [21].

У 2018-2019 роках частка аквакультури в загальному обсязі виробництва рибної продукції в світі склала 46 відсотків, із яких установки замкнутого водопостачання складають близько 1%. Прогнозується, що такі високі темпи зростання в цьому секторі дозволять вже в 2022 році обійти за обсягом виробленої риби промислове рибальство. В 2025 році ця частка складе 52 відсотки [3].

В Україні аквакультура є частиною сільського господарства, що оцінюється приблизно в 3,5 мільйона доларів (0,35 % від усього сільського господарства). Історично, виробництво у сфері аквакультури в Україні було одним з найрозвиненіших серед країн СНГ [16].

Розведення і вирощування риби у штучно створених контрольованих умовах з високим рівнем механізації та автоматизації технологічних процесів в умовах розвитку аквакультури є актуальним. Лише рибна продукція, яку вирощено в умовах установок замкнутого водопостачання у країнах ЄС визнається екологічно чистою [4]. Масштаби розвитку цього напрямку аквакультури у європейських країнах вражають. Наприклад Польща, зробивши на початку 90-х років минулого століття ставку на вирощування в УЗВ порційної форелі, зуміла за два десятиліття довести обсяги вирощування риби до 20 тис. тон на рік і сформувати в ЄС стабільно функціонуючий споживчий ринок цього продукту.

В Україні в умовах УЗВ вирощують в основному осетрових, тим часом у центральних і південних районах країни перспективним є вирощування порційної форелі [18]. Переважна більшість сучасних рибоводних УЗВ розрахована на продуктивність у межах 30-100 тон риби на рік [19]. Проте останнім часом все більше приватних фермерських господарств, з урахуванням власних фінансових та комерційних можливостей, застосовують міні-УЗВ, виробнича потужність яких може становити лише 1000-2000 кг риби на рік, які через невеликі розміри є зручними в експлуатації [21].

При вирощуванні риби застосовують часткове або повне повторне використання природних та штучних водойм, а також артезіанську воду [14] через рециркуляційні системи. Такий підхід є економічно вигідним для промисловців даного ринку із за зменшення кількості водних ресурсів при повторному їх використанні із застосуванням профілактичних дезінфекційних заходів знезараження [22].

В системах аквакультури УЗВ при їх функціонуванні більшість економічних витрат пов'язані з обслуговуванням, а також з боротьбою з різними хворобами, що негативно впливають на розвиток гідробіонтів. Основною статтею витрат при обслуговуванні УЗВ в акваріальних та інкубаційних системах є дезінфекція води від забруднень різної природи з використанням фізико-хімічних методів, до яких відносяться: адсорбція, іонообмін, біологічне очищення, озонування тощо, тобто методи за відносно невеликого об'єму циркулюючої води [13].

Актуальність роботи пояснюється необхідністю впровадження ефективних систем бактерицид-

ного знезараження води щодо небезпечної патогенної мікрофлори при вирощуванні риби в установках замкнутого водопостачання.

Аналіз останніх досліджень

Розвиток осетрових господарств в світі з використанням рециркуляційних систем призводить до зростання проблеми ефективної дезінфекції при збільшенні об'ємів виробництва. Сучасні технології рециркуляції в аквакультурі розвиваються вже більше 40 років, проте нові технології все найчастіше пропонують способи змінити парадигму традиційних підходів, які включають вдосконалення класичних процесів, таких як уловлювання твердих частинок, біофільтрація та газообмін.

Вибір методу та засобів здійснення очищення оборотної води особливо в умовах інтенсивного використання УЗВ має вирішальне значення для технологічного циклу вирощування риби [21]. В зв'язку з цим науковці постійно шукають альтернативні безреагентні методи, використання яких забезпечить інактивацію мікроорганізмів, без утворення побічних продуктів шкідливих при вирощуванні риби. Цій проблемі присвячено ряд наукових робіт [2,7], в яких розкриваються переваги та недоліки існуючих технологій.

Автори роботи [7] розглядають рециркуляційні системи інтенсивного виробництва риби, в яких використовується ряд етапів очищення води для повторного її використання: 1 – пристрої для видалення твердих частинок із води; 2 – нітрофікуючі біофільтри; 3 – ряд газообмінних пристроїв для видалення вуглекислого газу, а також для додавання кисню. Крім того рециркуляційні системи також можуть використовувати озонування та білковий скімінг для тонкодисперсних частинок та контролю мікробів, а також УФ-опроміювання для знезараження води [23].

В роботі [2] показано, що використання рециркуляційних систем аквакультури призводить до збільшення кількості виживання морських риб. Крім того із усіх запропонованих схем водопідготовки, а саме: 1 - рециркуляція води; 2 - рециркуляція води із її механічним фільтруванням (видалення частинок менше 20 мкм); 3 - рециркуляція води із механічним фільтруванням та дезінфекцією з використанням УФ-випроміювання; 4 - рециркуляція води із механічним фільтруванням та дезінфекцією з використанням УФ-випроміювання та озонування [26]. Дослідження показали, що при комплексній дії фільтрації та УФ-випроміювання, а також при комплексній дії фільтрації, УФ-випроміювання та озонування можна досягти оптимально-сприятливих умов за мікробіологічним складом води при вирощування риби в рециркуляційних системах.

УФ-опроміювання та озонування є найбільш поширеними методами дезінфекції води. При використанні ультрафіолетового випроміювання значно зменшується чисельність мікроорганізмів [26]. Проте, як стверджують автори роботи [5] озонування не підходить для використання в рециркуляційних системах оскільки вони потребують великої

кількості озону для інактивації бактерій, який в більшості витрачається на реакцію з органічними речовинами. Крім того, більшість сполук, що утворюються при озонуванні достатньо токсичні [26], в тому числі для риби та живих кормів, тому в деяких випадках після озонування використовують додаткову фільтрацію з активованим вугіллям [6].

В Україні для дезінфекції води в рециркуляційних системах при вирощуванні риби найчастіше використовують озонування, рідше ультрафіолетове УФ-випромінювання. Ефективність цих методів, а також їх комбінація [25] залежить від присутності у воді розчинених і зважених органічних сполук.

Озонотерапія є ефективним способом знищення небажаних організмів шляхом важкого окислення органічної речовини та біологічних організмів. У технології обробки озоном мікрочастинки розбиваються на молекулярні структури, які можуть бути вилучені з системи після проходження різних типів фільтрів у системі рециркуляції. Такий спосіб очищення води підходить для інкубаторів, що вирощують рибу, яка чутлива до мікрочастинок і бактерій у воді.

В світовій практиці метод озонування при вирощуванні риб було піддано критиці, оскільки ефект надмірного дозування може спричинити серйозні пошкодження риби і може бути шкідливим [11].

Більшість наукових робіт [8, 11] приділена проблемі використання УФ-випромінювання в рециркуляційних системах вирощування риби.

Так в роботі [11] проведені дослідження в інституті природокористування прісної води (Західна Вірджинія) спрямовані на визначення дози ультрафіолетового опромінювання, необхідної для інактивації бактерій у рециркуляційних системах рециркуляції лососевих риб сімейства сальмоніду. Показано, що при використанні різних доз УФ-випромінювання в діапазоні від 75 до 1800 мВт/см² вдається досягти інактивації коліформних бактерій, при чому мінімальна необхідна доза склала 77 мВт/см². Але, як стверджують автори процес інактивації в потоці, навіть при надмірній дозі УФ-випромінювання, не завжди гарантує 100% результат із-за наявності зважених твердих частинок, що екранують УФ-промені.

Слід зазначити, що у багатьох випадках метод ультрафіолетового опромінювання - це хороша та безпечна альтернатива озонуванню. При ультрафіолетовому опроміненні з довжиною хвилі від 200 до 280 нм (УФ-С) інактивація мікроорганізмів здійснюється в основному за рахунок фотохімічних реакцій нуклеїнових кислот всередині клітини. При цьому реакція відбувається миттєво і виключно всередині спеціальної ультрафіолетової камери [9] не створюючи небезпеки для риби та оточуючого персоналу. Як стверджують автори роботи [8] потрібні різні рівні опроміненості для різних видів організмів: для інактивації бактерій та грибків від 100 мДж/см², а для інактивації вірусів від 250 мДж/см². Це відносно великі дози які компенсують зміну мутності води та зміни проникності енергії ультрафіолетового випромінювання у воду із-за поглинання

водою та низької турбулентності навколо УФ-ламп.

Мета роботи є дослідження та розробка ефективної системи бактерицидного знезараження води при вирощуванні риби в установках замкненого водопостачання з використанням ультрафіолетового випромінювання.

Постановка завдання:

- оцінити традиційні методи очищення води при вирощуванні риби в установках замкненого водопостачання;
- розробити ефективну УФ-систему бактерицидного знезараження води при вирощуванні риби в установках замкненого водопостачання;
- провести випробування та розрахунки економічної ефективності від впровадження запропонованої УФ-системи бактерицидного знезараження.

Виклад основного матеріалу дослідження

При розробці системи бактерицидного знезараження води при вирощуванні риби в системах замкненого водопостачання була використана УФ-технологія, ефективність якої залежить від багатьох чинників, в першу чергу від опроміненості.

Як правило, при використанні ультрафіолетових установок у рибному господарстві використовують наступні два типи: 1 тип - установки, що зменшують кількість мікроорганізмів, без точного визначення продуктивності та інтенсивності опромінення; 2 тип - установки, що зменшують кількість бактерій і вірусів мінімум на фактор 10⁴, із інтенсивністю випромінювання в 400 мДж/м².

Установки першого типу використовують для загального покращення води відносно скорочення хвороботворних мікроорганізмів, установки другого типу є особливо важливими, а іноді - необхідними складовими частинами у роботі інкубаційних цехів та УЗВ систем.

Серед розглянутих типів установок УФ-знезараження розрізняють УФ-стерилізатори: поверхневі та занурювальні. Поверхневий складається з батареї УФ ламп з віддзеркалювачами, закріпленими на деякій висоті від оброблюваної води. Проте використання таких систем є непродуктивним із-за обмеженого проникнення УФ-променів у товщу води [24]. Стерилізатори, в яких знезараження води відбувається в камері опромінення [14] є більш продуктивними і надійними, їх можна встановлювати у будь-якому місці системи очищення води [16].

Для отримання задовільних результатів за показниками безпечності води у системах рециркуляції необхідно безперервно обробляти воду з використанням фільтрів, бактерицидного знезараження для видалення продуктів життєдіяльності риби забезпечуючи необхідні сприятливі умови її існування, коригуючи склад води за рН та киснем в оборотній системі [19].

Для очищення та дезінфекції води при вирощуванні риби запропонована електротехнічна система знезараження з використанням УФ-опромінювання, що представлена на рис.1, з вико-

ристанням наступних етапів знезараження: установка для видалення крупних забруднень (грубе очищення); установка для видалення високодисперсних домішок (тонке очищення), що спричиняють

мутність та колірність води; установка ультрафіолетового знезараження води (інактивації мікроорганізмів), а також обладнання для рН-коригування, насичення води киснем, підігрівання води і системи електронного керування.

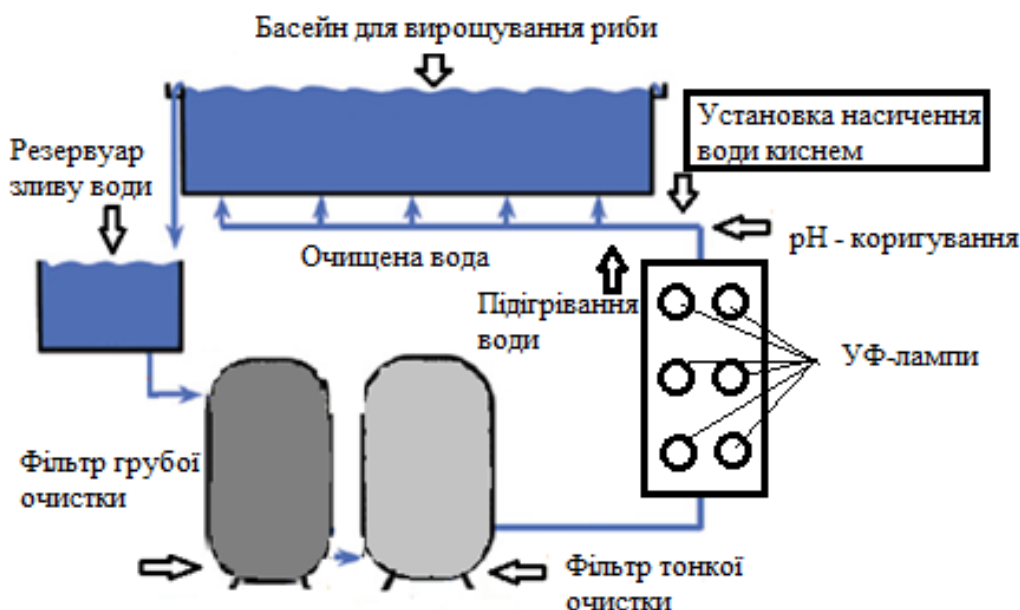


Рис.1. Схема очищення та дезінфекції води в УЗВ-системі при вирощуванні риби

Установки для видалення крупних забруднень та високодисперсних частинок справляються із очищенням води від сторонніх включень, але не вирішують питання інактивації мікроорганізмів. Тому для інактивації мікроорганізмів розроблена УФ-установка потужністю 480 Вт, яка складається

з 8 ультрафіолетових ламп низького тиску, характеристики яких представлені в табл. 1. Лампи розміщуються вертикально потоку води в кварцових чохлах після фільтрів тонкої очистки. Сумарний бактерицидний потік склав 160 Вт/м².

Таблиця 1.

Характеристики ламп Jianguyin Feiyang Instrument Co.

Тип лампи	P, Вт	I, mA	U, В	Енергетична освітленість, Вт/см ²	Довжина, діаметр, мм
ZW80D19W	80	800-1200	120	240-270	846x19

Експериментальні роботи проводили в аквафермі (м. Жашків, Черкаська обл.) при вирощуванні осетрів на ікру. Об'єктом дослідження є осетрові риби, а саме осетри, що вирощують на ікру. Всі експериментальні роботи були проведені в УЗВ системі об'ємом 300 м³ при наступних оптимальних

умовах (табл. 2). Очищення води проводилося постійно через канал, шириною 200 мм і висотою 1000 мм, де потік води постійно знаходився на висоті 830-860 мм.

Таблиця 2.

Умови проведення експерименту

Температура, °С	Рівень рН	Вміст розчиненого кисню, мг/л
21-22 °С (при нормі 20-22 °С)	7,4-7,8 (при нормі 7,2-7,8)	5,6-5,8 (при нормі 5.5-6)

Вимірювання мікробіологічних параметрів води на відповідність вимогам [5,16] проводили в атестованій мікробіологічній лабораторії. Значення отриманих результатів бактеріологічних досліджень води в басейні при вирощуванні риби зведені в табл. 3.

Бактеріологічними дослідженнями води в басейні встановлено, що ультрафіолетове знезара-

ження в комплексі з фільтрацією забезпечує необхідну бактеріологічну чистоту води при вирощуванні риби в басейнах об'ємом до 300 м³. При запропонованій технології бактеріальні хвороби: Flexibacter Cytophaga, Aeromonas та мікози – Saprolegniales не було виявлено на протязі 2-х місяців.

Результати бактеріологічних досліджень води в басейні при вирощуванні риби

Найменування показника	Вимоги [24]	Результати дослідження*				
		Початкові дані води	Через 24 год	Через 7 днів	Через 30 днів	Через 60 днів
Загальне мікробне число КУО/см ³ при 37°C	Не більше 100 КУО в 1 см ³	17	57	40	79	64
Загальні колиформи КУО/100см ³	Відсутні	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
E.coli КУО/100см ³	Відсутні	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

*Примітка: воду змінювати при параметрах, що не задовольняють вимогам табл. 3.

Висновки

1. Розроблена технологія знезараження води в басейні при вирощуванні риби шляхом УФ-опромінення без використання озонування.

2. Для УЗВ систем об'ємом води 300 м³ бактеріологічна чистота води забезпечується установкою потужністю 480 Вт, при опроміненості 80 Дж/м². При цьому якість води на протязі 2-х контрольованих місяців знаходиться в допустимих нормах, а бактеріальні хвороби і мікози не виявлені.

Список літератури

1. Bregnballe J. A Guide to Recirculation Aquaculture. An introduction to the new environmentally friendly and highly productive close fish farming systems. Copenhagen: Eurofish. – 2015. 64 pp.

2. Dahle S. W., Bakke I., Mari Birkeland M., Nordøy K., Alf S. Dalum, Kari J.K. Attramadal. Production of Lumpfish (*Cyclopterus Lumpus* L.) in RAS with Distinct Water Treatments: Effects on Fish Survival, Growth, Gill Health and Microbial Communities in Rearing Water and Biofilm. *Aquaculture*. – 2020. – 522. – <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735097>

3. FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all. Rome. – 2016. – 200 pp.

4. Grynevych N. Features of bio filters with different types of filler plants in closed water aquaculture. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*. – 2016. – 18, 3(70). – P.57–61.

5. Kari J.K. Attramadal, Gunvor Øie, Trond R. Størseth, Morten O. Alver, Olav Vadstein, Yngvar Olsen. The effects of moderate ozonation or high intensity UV-irradiation on the microbial environment in RAS for marine larvae *Aquaculture*. – 2012. – 330–333. – P.121–129 doi:10.1016/j.aquaculture.2011.11.042

6. Kobayashi T., Yotsumoto H., Ozawa T., Kawahara H. Closed circulatory system for mariculture using ozone. *Ozone Science and Engineering*. – 1993. – 15. – P.311–330.

7. Proksch G., Ianchenko A. and Kotzen B. Aquaponics in the built environment. In S. Goddek, A. Joyce, B. Kotzen, and G. M. Burnell (Eds.), *Aquaponics food production systems: Combined aquaculture and hydroponic production technologies for the future*. – 2019. – P.523–558). doi:<https://doi.org/10.1007/978-3-030-15943-6>.

8. Runia W.T. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless culture.

Acta Hort. – 1995. – 382. – P.221–229.

9. Semenov A. A., Kozhushko G. M., Sakhno T. V. Device for germicidal disinfection of drinking water by using ultraviolet radiation. *Вестник Карагандинського університету. Серія «Фізика»*. – 2016. – №1(81). – С. 77–80.

10. Semenov A. Device for disinfection of water by using ultraviolet radiation. *Physics of Liquid Matter: Modern Problems (PLMMP 2018): 8-th International Conference, Kyiv, Ukraine, 18-22 May*. – 2018. – P.20.

11. Sharrer M.J., Summerfelt S.T., Bullock G.L., Gleason L.E., Taeuber J. Inactivation of bacteria using ultraviolet irradiation in a recirculating salmonid culture system. *Aquac Eng.* – 2005. – 33. – P.135–149.

12. Walker R.W., Markillie L.M., Colotelo A.H., Geist D.R., Gay M.E., Woodley C.M., Eppard M.B. and Brown R.S Ultraviolet radiation as disinfection for fish surgical tools. *Animal Biotelemetry*. – 2013. – 1(1). – P.1.

13. Андрющенко А.І., Вовк Н.І. Частина II Індустріальна аквакультура. Київ: – 2016. — 586 с.

14. Вдовенко Н.М. Державне регулювання розвитку аквакультури в Україні: Монографія – К: Кондор-Видавництво. – 2013. – 464 с.

15. Державна фармакопея України. – Режим доступу: <http://laco.eryb.floweracademy.ru/engine/b.php>

16. Дорожня карта. Розвиток аквакультури в Україні. Київ, листопад 2017. https://www.slideshare.net/Easy_Business/ss-83657232

17. Жигин А.В. Установки с замкнутым циклом водоиспользования в аквакультуре. Рыбное хозяйство. Серия «Пресноводная аквакультура». – 2003. – 1. – С.1–68.

18. Кононенко Р. В., Шевченко П. Г., Кондратюк В. М., Кононенко І. С. Інтенсивні технології в аквакультурі: навч. посіб. – К. : «Центр учбової літератури». – 2016. – 410 с.

19. Малишева О. О., Спиридонов В. Г., Мельничук С. Д., Коваленко В. О., Курта Х. М. Проектування експериментальної рибицької установки замкненого водопостачання для репродуктивної біотехнології промислових гідробіонтів. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2014. – №7. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2014_7_4.

20. Маммаев М.А., Шихшабеков М.М., Рабаза-

нов Н.И., Курбанов М.С., Мирзаханов М.К., Мамаев Р.М., Гунашев Ш.А. Индустриальные методы культивирования стерляди (*Acipenser ruthenus*) в условиях Дагестана. Юг России: экология, развитие. – 2017. – 12(3). – С.33-42.

21. Матишов Г.Г., Пономарев С.В., Понамарева Е.Н. Инновационные технологии индустриальной аквакультуры в осетроводстве. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН. – 2007. – 368 с.

22. Пономарёв С.В., Грозеску Ю. Н., Бахарева А. А. Индустриальное рыбоводство. – Санкт-Петербург: Изд-во Лань. – 2013. – 420 с.

23. Семенов А. О., Кожушко Г. М., Семенова Н. В. Використання ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження води, повітря та поверхонь. Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України. – 2013. – № 23.02. – С.179–186.

24. Семенов А. О. Електротехнічні комплекси

знезараження питної води. Наукове оточення сучасної людини: техніка і технології, інформатика, безпека, транспорт, хімія, сільське господарство. Книга 3, Частина 1: серія монографій [авт.кол. : І. Я. Львович, Я. Е. Львович та ін.] – Одеса: Купрієнко СВ, 2020. (Серія «Наукове оточення сучасної людини»; № 3). С. 46–54.

25. Семенов А. О. Кожушко Г. М., Сахно Т. В. Знезараження води комбінованими методами – УФ-випромінювання в поєднанні з іншими технологіями. Технологічний аудит і резерви виробництва. – 2016. – 3/3(29). – С.67–71.

26. Семенов А. О., Кожушко Г. М., Сахно Т. В. Бактерицидне знезараження води в басейнах комплексною дією озону та УФ-опроміненням. Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура. – 2018. – 7(146). – С. 264–270.

HISTORICAL BREAKTHROUGH IN DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION OF SKY SCRAPERS

Serdyuchenko V.

2st year student of the faculty of architecture and construction

Salfetnikov D.

*candidate of historical sciences docent department of history and political science
faculty of finance and credit FSBEI HE «Kuban SAU named after I.T. Trubilin»
Krasnodar, Russian Federation*

Abstract

This article discusses the historical breakthroughs (inventions) associated with the construction of high-rise buildings. It was established that seven breakthroughs were made in the history of the construction of skyscrapers, without which it would be impossible for the highest building in the world to exist - the Burj-Khalifa, whose height is 828 meters.

Keywords: breakthrough, development history, invention, skyscraper, construction.

Dubai is growing faster than any other city on earth and is a place that the whole world admires.

Above the Sands of the Arabian Desert rises the highest (828 meters) structure created by man – the Burj Khalifa, which is the pinnacle of the art of building skyscrapers, and its success is due to seven fundamental breakthroughs.

Consider seven buildings-skyscrapers, each of which is based on an innovative solution that allowed engineers to take a new height each time. Looking at the construction of each skyscraper, you can see the incredible stories of their creation and learn about the invention that made each new building taller and more unique than the previous one.

To understand how the Burj Khalifa was able to reach such a great height, we need to go back in time and see how the history of building skyscrapers began.

The first breakthrough occurred in New York in 1873, when the Equitable Life Building was built with a height of only 43 meters. Its creators realized that before designing higher structures, it is necessary to find a way to make it easier for people to climb to the upper floors [1, p. 65]. Therefore, the first breakthrough was to move.

The first obstacle on the way to the skyscrapers was the stairs, as people were reluctant to walk up to

the upper floors. However, there was an obvious solution to this problem – the Elevator. The first elevators had one deadly drawback – they fell when the cable broke and nothing could stop them. Later in 1854, Vermont mechanic Elisha Graves Otis created a device that could almost instantly stop a falling cab. This is how the world's first fully automatic safe Elevator appeared.

In Burj Khalifa, the idea of an Elevator takes on extreme forms. If there were only seven and a half floors in Equal Life, there are already more than one hundred and sixty. The height and scale of the skyscraper demanded almost impossible things from the engineers who designed the elevators.

The Burj Khalifa can accommodate 35,000 people at a time. To cope with this huge flow, 53 elevators were designed, the largest of which can accommodate up to 46 passengers. Stopping such a structure in the event of an accident is a task of Titanic complexity. Therefore, as soon as the Elevator in Burj Khalifa exceeds the speed limit, powerful emergency brakes are activated, allowing it to stop a few meters away.

Safe elevators allowed buildings to overcome the five-story barrier. Skyscrapers turned out to be an unexpectedly promising direction. However, when the height of buildings began to approach 80 meters, the strength of traditional building materials was not