

ISSN 2312-9581 (Online)

ISSN 2075-1508 (Print)

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu>

# F S U

## FISHERIES SCIENCE OF UKRAINE

Institute of Fisheries  
of the National Academy  
of Agrarian Sciences  
of Ukraine

## РИБОГОСПОДАРСЬКА НАУКА УКРАЇНИ

Інститут рибного господарства  
Національної академії аграрних наук України

# 2

# 2023

## РИБОГОСПОДАРСЬКА НАУКА УКРАЇНИ

Науковий журнал «Рибогосподарська наука України» з 2009 року входить до Переліку фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття ступенів доктора і кандидата наук (біологічні та сільськогосподарські спеціальності — 091, 207), категорія «Б», переатестація від 17.03.2020 (наказ Міністерства освіти і науки України № 409)

Засновник та видавник — Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 20934-10734 ПР від 18.08.2014

### ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

**ГРИЦІНЯК Ігор Іванович**, доктор с.-г. наук, професор, академік НААН, директор Інституту рибного господарства НААН, УКРАЇНА

### ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

**МАТВІЄНКО Наталія Миколаївна**, доктор біол. наук, с. н. с., зав. відділу іхтіопатології, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

**КОЛЕСНИК Наталія Леонідівна**, кандидат с.-г. наук, с. н. с., зав. лаб. міжнародного науково-технічного співробітництва та інтелектуальної власності, Інститут рибного господарства НААН, Україна

### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

#### БІОЛОГІЯ

**Патрік Даніель**, доктор біол. наук, голова департаменту біології Лабораторії Піренеїв, ФРАНЦУЗЬКА РЕСПУБЛІКА

**Бузевич Ігор Юрійович**, доктор біол. наук, с. н. с., зав. відділу вивчення біоресурсів водосховищ, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

**Бучацький Леонід Петрович**, доктор біол. наук, академік Академії наук Вищої школи України, провідний науковий співробітник лаб. біотехнологій в рибництві, Інститут рибного господарства НААН, Україна

**Діденко Олександр Володимирович**, канд. біол. наук, с. н. с., відділ вивчення біоресурсів водосховищ, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

**Сондак Василь Володимирович**, доктор біол. наук, зав. каф. водних біоресурсів, Національний університет водного господарства та природокористування, УКРАЇНА

**Рудь Юрій Петрович**, канд. біол. наук, с. н. с., зав. лабораторії біотехнологій в рибництві, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

**Потрохов Олександр Спиридонович**, доктор біол. наук, с. н. с., зав. лаб. біології відтворення риб, Інститут гідробіології НАН України, УКРАЇНА

**Кутіщев Павло Сергійович**, канд. біол. наук, зав. каф. водних біоресурсів та аквакультури, Херсонський державний аграрний університет, УКРАЇНА

**Драган Людмила Петрівна**, канд. біол. наук, с. н. с., зав. лаб. екологічних досліджень, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

**Кружиліна Світлана Володимирівна**, канд. біол. наук, с. н. с., зав. сектору відділу вивчення біоресурсів водосховищ, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

**Маренков Олег Миколайович**, канд. біол. наук., завідувач каф. загальної біології та водних біоресурсів, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, УКРАЇНА

#### ВОДНІ БІОРЕСУРСИ ТА АКВАКУЛЬТУРА

**Гомельський Борис**, доктор біол. наук, професор, Державний Університет Кентуккі, СПОЛУЧЕНІ ШТАТИ АМЕРИКИ

**Ху Пао**, доктор с.-г. наук, професор, директор Центру прісноводного рибного господарства, КИТАЙСЬКА НАРОДНА РЕСПУБЛІКА

**Крупінські Єджей**, доктор с.-г. наук, професор, іноземний член Національної академії аграрних наук України, директор, Інститут зоотехнії Польщі, ПОЛЬЩА

**Зодапе Гаутам В.**, доктор біол. наук, професор, декан факультету зоології Державного Університету Шиваджи в Колхатурі, РЕСПУБЛІКА ІНДІЯ

**Третьак Олександр Михайлович**, доктор с.-г. наук, с. н. с., заступник директора з наукової роботи, Інститут рибного господарства НААН, УКРАЇНА

**Бех Віталій Валерійович**, доктор с.-г. наук, професор, каф. аквакультури, Національний університет біоресурсів і природокористування, УКРАЇНА

**Костенко Олександр Іванович**, канд. с.-г. наук, с. н. с., зав. відділу ветеринарної медицини та зоотехнії, Національна академія аграрних наук України, УКРАЇНА

**Шарамок Тетяна Сергіївна**, канд. с.-г. наук, доцент каф. загальної біології та водних біоресурсів, Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, УКРАЇНА

**Чепіль Людмила Василівна**, канд. с.-г. наук, доцент каф. біології тварин, Національний університет біоресурсів і природокористування, УКРАЇНА

**Жигмонд Женей**, доктор с.-г. наук, професор, Паннонський університет, УГОРЩИНА

**Бреус Денис Сергійович**, канд. с.-г. наук, доцент каф. екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка, Херсонський державний аграрний університет, УКРАЇНА

### НАУКОВІ РЕДАКТОРИ РОЗДІЛІВ

є штатними працівниками Інституту рибного господарства НААН України: **Сироватка Наталія Юріївна**, в. о. ученого секретаря ІРГ НААН; **Тучапський Ярослав Васильович**, канд. с.-г. наук, с. н. с. відділу селекції риб ІРГ НААН; **Забитівський Юрій Михайлович**, канд. біол. наук, с. н. с., заступник директора Львівської дослідної станції ІРГ НААН; **Мрук Антоніна Іванівна**, зав. лаб. лососівництва ІРГ НААН; **Григоренко Тетяна Володимирівна**, канд. с.-г. наук, зав. лаб. гідробіології та технологій культивування цінних безхребетних ІРГ НААН; **Курніченко Ганна Анатоліївна**, канд. с.-г. наук, зав. відділу селекції риб ІРГ НААН; **Дерень Ольга Володимирівна**, канд. с.-г. н., с. н. с., зав. лаб. кормів та годівлі риб, ІРГ НААН.

Редакція журналу «Рибогосподарська наука України»: вул. Обухівська, 135, м. Київ-164, 03164

тел.: +38(098)837-7150; <http://fsu.ua>; Емайл: [fsu.journal@gmail.com](mailto:fsu.journal@gmail.com)

Підписано до друку 22.06.2023 р. Формат 70×108/16. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 8,0. Наклад 500 прим.

Журнал друкується за рішенням вченої ради Інституту рибного господарства НААН (Протокол № 7 від 22.06.2023 р.)

Дизайн макету: Колесник Н. Л., Шинкар С. В., Архангельський Є. Ю.

Верстка: Архангельський Є. Ю., Симон М. Ю. Літературне редагування: Швец Т. М. Коректор: Ковальчук Г. В.

Друкарня ТОВ «ПРО ФОРМАТ», 02166, м. Київ, вул. Маршала Жукова, 45 Б, оф. 16, тел.: +38(044) 353-85-58

Has been published since 2007

*Ribogospod. nauka Ukr.*, 2023; 2(64): 1-164

Periodicity – 4 times per year

DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2023.02>

Scientific journal «Fisheries science of Ukraine»

Науковий журнал «Рибогосподарська наука України»

## CONTENTS

## З М І С Т

### BIORESOURCES AND ECOLOGY OF WATER BODIES

### БІОРЕСУРСИ ТА ЕКОЛОГІЯ ВОДОЙМ

*M. Prychepa, O. Hupalo, Yu. Kovalenko,  
T. Dvoretzkyi, V. Trylis*

**The peculiarities of nearshore fish  
communities in the Vita River mouth  
and Dnipro River straits**

*M. В. Причепа, О. О. Гупало,  
Ю. О. Коваленко, Т. В. Дворецький,  
В. В. Триліс*

**Характеристика прибережних  
угруповань риб гирлової ділянки  
р. Віта та проток Дніпра**

**3**

*P. Shekk*

**Environmental problems of the  
Khadzhibey estuary and prospects for  
its fishery exploitation**

*П. В. Шекк*

**Екологічні проблеми  
Хаджибейського лиману та  
перспективи його  
рибогосподарського використання**

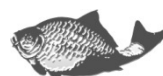
**23**

*V. Sondak, S. Kurgansky,  
I. Zakharchenko, G. Drogan, S. Koba*  
**Prospects of commercial exploitation  
of Prussian carp in the Kyiv reservoir**

*В. В. Сондак, С. В. Курганський,  
І. Л. Захарченко, Г. М. Дроган,  
С. А. Коба*

**Перспективи промислового  
використання карася Київського  
водосховища**

**42**



## ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE KHADZHIBEY ESTUARY AND PROSPECTS FOR ITS FISHERY EXPLOITATION

P. Shekk, shekk@ukr.net, Odesa State Ecological University, Odesa

**Purpose.** To study the peculiarities of the formation of the hydrological-hydrochemical regime and the ichthyocomplex of the Khadzhibey Estuary, to analyze the state of the ecosystem components of the water body in connection with the prospect of its further fishery exploitation.

**Methodology.** Generalized results of studies conducted during 2000–2021 were used in the course of work. An analysis of the available data on the formation of the current hydrological and hydrochemical regime of the estuary, the peculiarities of the formation of the ichthyocenosis, the current composition of ichthyofauna, and the results of fishery activities was carried out. Hydrological, hydrochemical, hydrobiological and ichthyological studies were carried out according to standard methods [1, 2]. The materials obtained during field studies were processed at the laboratory of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture of ODEKU.

**Findings.** A retrospective analysis of the peculiarities of the formation of the aquatic ecosystem of the Khadzhibey estuary as a water body for the storage of purified household effluents was carried out. The causes and results of anthropogenic transformation of the water body, the stages and peculiarities of the formation of the ichthyological complex, the organization and current state of culture-based fisheries were revealed. Ways to improve the hydrological and hydrochemical state of the water body are being examined. Artificial reefs are one of the most important directions that should be developed in the water area of the Khadzhibey Estuary. The formation of the biota of these engineering structures will allow not only increasing the abundance and production of some fish species, e.g., gobies (*Gobiidae*), but also significant improving the ecological condition of the water body. Prospective directions

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ХАДЖИБЕЙСЬКОГО ЛИМАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО РИБОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ

П. В. Шекк, shekk@ukr.net, Одеський державний екологічний університет м. Одеса

**Мета.** Дослідження особливостей формування гідролого-гідрохімічного режиму та іхтіокомплексу Хаджибейського лиману, аналіз стану складових екосистеми водойми у зв'язку з перспективою її подальшого рибогосподарського використання.

**Методика.** В ході роботи використовувалися узагальнені результати досліджень, які проводились протягом 1980–2021 рр. Проведено аналіз наявних даних щодо формування сучасного гідролого-гідрохімічного режиму лиману, особливостей формування іхтіоценозу, сучасного складу іхтіофауни, результатів промислу.

Гідрологічні, гідрохімічні та іхтіологічні дослідження проводились за стандартними методиками [1, 2]. Отримані в ході польових досліджень матеріали оброблялися в лабораторії кафедри водних біоресурсів та аквакультури ОДЕКУ.

**Результати.** Проведено ретроспективний аналіз особливостей формування водної екосистеми Хаджибейського лиману, як водойми накопичувача очищених побутово-господарчих стоків. Висвітлені причини та результати антропогенної трансформації водойми, етапи та особливості формування іхтіокомплексу, організація та сучасний стан пасовищного рибництва. Розглядаються шляхи покращення гідролого-гідрохімічного стану водойми. Одним із найважливіших напрямків, який слід розвивати в акваторії Хаджибейського лиману, є штучні рифи. Формування біоти цих інженерних споруд дозволить не тільки збільшити чисельність і продукцію деяких видів риб, зокрема бичкових (*Gobiidae*), але і значно покращити екологічний стан водойми.

Запропоновано перспективні напрямки



for the development of aquaculture through the targeted formation of polyculture with the introduction of flatfishes (*Pleuronectidae*), turbot (*Scophthalmidae*), gobies (*Gobiidae*), sturgeons (*Acipenseridae*) and salmonids (*Salmonidae*) are proposed. It is shown that one of the promising forms of fish farming that can be successfully developed in the Khadzhibey Estuary is cage aquaculture aimed at growing valuable brackish and freshwater fish species.

**Originality.** For the first time, an analysis of the peculiarities of the formation of the ecosystem and the ichthyological complex of the Khadzhibey Estuary as a water body is presented, the prospects for its further functioning are examined, and the promising directions of aquaculture development are determined.

**Practical value.** The obtained results can be used to develop measures to stabilize and improve the state of the Khadzhibey Estuary ecosystem and introduce new, promising directions for the development of aquaculture.

**Key words:** Khadzhibey estuary, storage water body, hydrological and hydrochemical regime, ichthyofauna, fish farming, aquaculture prospects.

## PROBLEM STATEMENT AND ANALYSIS OF LAST ACHIEVEMENTS AND PUBLICATIONS

One of the most promising trends of aquaculture development in the Azov-Black Sea basin is culture-based fisheries in brackish water estuaries and lagoons. Their total area is more than 576 thousand hectares [3]. These are highly productive ecosystems, which are traditionally used for commercial fish farming. Its technology and economic efficiency depend on the hydrological-hydrochemical regime, the ecological state of water bodies, the composition of ichthyofauna, and the development of their food supply [4].

In recent decades, against the background of significant climatic changes, the anthropogenic degradation of some estuarine ecosystems has intensified leading to radical changes in the qualitative compo-

розвитку аквакультури шляхом спрямованого формування полікультури із введенням до її складу камбалових (*Pleuronectidae*), калканових (*Scophthalmidae*), бичкових (*Gobiidae*), осетрових (*Acipenseridae*) та лососевих (*Salmonidae*) риб. Однією з перспективних форм рибництва, яка може успішно розвиватися в Хаджибейському лимані, є садкове рибництво, спрямоване на вирощування цінних солонуватоводних та прісноводних видів риб.

**Наукова новизна.** Вперше представлено аналіз особливостей формування екосистеми та іхтіокомплексу Хаджибейського лиману як водойми-накопичувача, розглянуті перспективи її подальшого функціонування та визначені можливі напрямки розвитку аквакультури.

**Практична значимість.** Отримані результати можуть бути використані для розробки заходів щодо стабілізації та покращення стану екосистеми Хаджибейського лиману та впровадження нових, перспективних напрямків розвитку аквакультури.

**Ключові слова:** Хаджибейський лиман, водойма-накопичувач, гідролого-гідрохімічний режим, іхтіофауна, рибництво, перспективи аквакультури.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Пасовищне рибництво в лиманах є одним із перспективних напрямів розвитку аквакультури в Чорноморському басейні. Загальна площа причорноморських лиманів складає понад 576 тис. га [3]. Ці екосистеми з високопродуктивною природною кормовою базою і сприятливими природними умовами століттями використовуються для товарного рибництва. Його технологія та економічна ефективність визначаються гідролого-гідрохімічним режимом, екологічним станом водойм, складом іхтіофауни та розвитком кормової бази [4].

Останніми десятиліттями на фоні значних кліматичних змін посилюється антропогенна деградація деяких лиманних екосистем, що призводить до корінних змін якісного складу, чисель-



sition, abundance and biomass of hydrobiont populations, and a decrease in their bioproductive potential.

### HIGHLIGHT OF THE EARLIER UNRESOLVED PARTS OF THE GENERAL PROBLEM. AIM OF THE STUDY

One of these water bodies is the Khadzhibey Estuary. An artificially transformed ecosystem, which has been used for decades for discharging purified household sewage from the city of Odessa. At the same time, it is a highly productive fishery water body, in which the yield of fish exceeded 1.2 thousand tons (112–114 kg/ha) in some years [5]. Recently, the ecological state of the water body noticeably deteriorated that affected the state of the aquatic biota and its production capabilities.

A significant number of works are dedicated to the study of flora, fauna, water and hydrochemical regimes of the estuary [6,7,8]. Most of them belong to the last century and relate to certain fishery, biological or hydrological-hydrochemical components of the problem.

At the same time, there are no works that provide a comprehensive analysis of changes in time and space, an assessment of the current state of the Khadzhibey Estuary, the reasons for its degradation, and prospects for further fishery exploitation.

Taking this into account, the purpose of the work is to study the peculiarities of the formation of the hydrological-hydrochemical regime and the ichthyological complex of the Khadzhibey Estuary, to analyze the state of the components of the ecosystem of the water body in connection with the prospect of its further fishery exploitation.

### MATERIALS AND METHODS

Comprehensive studies of the peculiarities of the functioning of the estuary ecosystem were carried out in 2000–2021. Abiotic

ності та біомаси популяцій гідробіонтів та зменшення їхнього біопродукційного потенціалу.

### ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ. МЕТА РОБОТИ.

Однією з таких водойм є Хаджибейський лиман — штучно трансформована екосистема, яка десятиліттями використовується для скидання очищених господарсько-побутових стоків м. Одеси. Разом з тим, це високопродуктивна, рибогосподарська водойма, в якій в окремі роки вилов риби перевищував 1,2 тис. т (112–114 кг/га) [5]. Останнім часом екологічний стан водойми помітно погіршився. Це вплинуло на стан водної біоти та його продукційні можливості лиману.

Дослідженню флори, фауни, водного та гідрохімічного режимів лиману присвячена значна кількість робіт [6–8]. Більшість з них відносяться до минулого століття і стосуються окремих рибницьких, біологічних або гідролого-гідрохімічних складових проблеми.

Разом з тим, роботи, в яких надано всебічний аналіз змін у часі та просторі, оцінку сучасного стану Хаджибейського лиману, причини його деградації та перспективи подальшого рибогосподарського використання, відсутні.

Зважаючи на це, метою роботи є дослідження особливостей формування гідролого-гідрохімічного режиму та іхтіокомплексу Хаджибейського лиману, аналіз стану складових екосистемі водойми у зв'язку з перспективою її подальшого рибогосподарського використання.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Комплексні дослідження особливостей функціонування екосистемі лиману проводили у 2000–2021 рр. Визначали





and biotic factors that increased the human impact on its functioning and the formation of aquatic biota, morpho-hydrological and physico-chemical parameters and the level of development of the biotic subsystem were determined.

Express analysis of hydrochemical parameters was carried out using the following devices: "EKOTEST-2000 T" ( $O_2$ ;  $NO_2$ ;  $NO_3$ ;  $NH_4$ ;  $CO_2$ ; phosphates, pH), thermo-oximeter "Azha-101M" (TOS;  $O_2$ ); "PH meter-150 M); refractometer "ATAGO-100" (salinity ‰ and water density). Data available in the literature for the period from 1930 to 2000 were also used for the analysis of anthropogenic transformations of the Khadzhibey Estuary.

The composition and regularities of the ichthyocenosis formation of the estuary under the conditions of its long-term anthropogenic transformation were studied. The material for ichthyological survey was selected by the method of representative average samples from commercial fishing gears (nets and trawls) in the period from 1980 to 2020. The species composition of the ichthyofauna was determined on fresh material using appropriate keys [9, 10]. Biological analysis was performed on a sample of fish (25-50 individuals) according to the generally accepted method [1,2].

Statistical processing of the study results was carried out on a personal computer using Microsoft Excel.

## STUDY RESULTS AND THEIR DISCUSSION

The Khadzhibey Estuary is located not far from Odessa in the valley of the Maly Kuyalnyk River. A closed water body. At the end of the 19th century, the estuary was separated from the sea by a 4–5 km wide sandbank. The maximum length of the estuary is 40 km, width from 0.8 km to 3.5 km.

The hydrological and hydrochemical regime of the estuary depends on a complex

абіотичні та біотичні чинники, які посилювали антропогенний вплив на її функціонування і формування біоти водойми, морфо-гідрологічні та фізико-хімічні параметри та рівень розвитку біотичної підсистеми.

Для експрес-аналізу гідрохімічних параметрів водного середовища (Т, °С; рН;  $O_2$ ;  $NO_2$ ;  $NO_3$ ;  $NH_4$ ;  $CO_2$ ; фосфати, солоність, щільність води) використовували прилади: «ЕКОТЕСТ–2000 Т» термооксиметр «Ажа-101М»; «РН-метр-150 М); рефрактометр «АТАГО-100». За наявними в літературі даними, за період з 1930 по 2000 рр. проведено аналіз антропогенних перетворень екосистеми Хаджибейського лиману.

Досліджували склад та закономірності формування іхтіоценозу лиману в умовах довгострокової антропогенної трансформації водойми. Матеріал для іхтіологічних досліджень відбирали методом репрезентативних середніх проб із промислових знарядь лову (сітки та трали) в період з 1980 по 2020 рр. Видовий склад іхтіофауни визначали на свіжому матеріалі за допомогою відповідних визначників [9, 10]. Біологічний аналіз проводили на вибірці риб (25–50 екз.) за загальноприйнятою методикою [1, 2].

Статистична обробка результатів дослідження здійснювалася на ПЕОМ з використанням прикладних програм пакету "Microsoft Excel".

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Хаджибейський лиман, розташований поблизу м. Одеси, наприкінці ХІХ сторіччя втратив зв'язок з морем, від якого його відгородив піщана пересип. Довжина лиману за осьюовою лінією — 40 км, максимальна ширина — 3,5 км, мінімальна — 0,8 км.

Гідрологічний режим лиману та гідрохімічний склад його вод залежать від



of natural and anthropogenic factors. Since the beginning of the last century, the intensity of its economic exploitation has been constantly increasing [11,12].

The profitable part of the water balance of the Khadzhibey Estuary includes atmospheric precipitations, continental freshwater runoff, and inflow of groundwater, but a substantial share is made up of treated household wastewater from the “Pivnichna” Biological Treatment Station of Odessa [4].

Thus, changes in the ecological state and biota composition of the Khadzhibey Estuary are directly related to human activity. In accordance with changes in the hydrological-hydrochemical regime (from an open sea bay to a closed freshwater storage water body) in the estuary, a complete change in the composition of the biota, including the ichthyofauna, was observed several times.

Wastewater from the Odessa Biological Treatment Plant began to be discharged into the lower estuary back in the 1930s. At that time, given the small volume of discharges (10-35 million m<sup>3</sup>) and the absence of contamination by household chemicals, the inflow of freshwater treated effluents into the lower estuary had even a positive character. It ensured a decrease in water salinity and a relatively stable level regime, because in winter, excess water from the estuary was pumped into the sea [4].

In 1941, as a result of the detonation of the dam, the estuary was again connected to the sea and turned into a sea bay, which existed until the early 1950s. The ichthyofauna was dominated by gobies (*Gobiidae*) and European flounder (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758); Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) and Baltic prawn (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837) were abundant. In 1942, to artificially regulate the water levels of the estuary, a self-discharge channel was built, which restored the connection with the sea. Since then, the ecological condition of the water body has been deteriorating. The level of the

комплексу природних і антропогенних чинників. З початку минулого століття інтенсивність його господарського використання постійно зростала і досягла максимуму в наші часи [11, 12].

Позитивна складова водного балансу водойми включає: атмосферні опади, материковий стік та ґрунтові води, але левову частку складають очищені господарсько-побутові стоки зі станції біологічної очистки «Північна» м. Одеси [4].

В результаті потужного антропогенного впливу декілька разів, з моменту утворення лиману, змінювалась солоність його вод, екологічний стан і склад біоти. Трансформація водойми, від відкритої морської затоки до замкненої прісноводної водойми-накопичувача, кілька разів супроводжувалась повною зміною складу всіх компонентів гідро-екосистеми.

Скидати стічні води зі станції біологічної очистки м. Одеси в пониззя лиману почали ще у 1930-х рр. На той період надходження прісноводних стоків у лиман мало позитивний характер, завдяки невеликому об'єму скидів (до 35 млн м<sup>3</sup>) та відсутності в них побутовою хімії. Це забезпечило опріснення вод і відносно сталий рівневий режим [4].

Після підриву греблі в 1941 р. лиман знов з'єднався з морем і перетворився на морську затоку, яку він являв собою до початку 1950-х рр. У складі іхтіофауни переважали представники родини бичкових (*Gobiidae*) і глось, або чорноморська камбала (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758), масовими були мідії чорноморські (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) та чорноморська трав'яна креветка, або палемон крапчастий (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837).

У 1942 р. для штучного регулювання рівнів води лиману було побудовано самоточний скидний канал, який відновив зв'язок з морем. З цього часу екологічний стан водойми погіршується. Рівень ли-





estuary decreases, eutrophication increases, and salinity increases. In post-war times, the dam separating Khadzhibey Estuary from the sea was restored [11, 12].

In the 1960s, partially treated household sewage from the "Pivnichna" Biological Treatment Plant in Odessa began to be discharged into the estuary. As early as 1975, marine biota almost completely disappeared and a freshwater complex of hydrobionts gradually appeared.

In the pre-war years, the volume of discharges of domestic sewage did not exceed 10-35 million m<sup>3</sup>, at the end of the 20th century – 100-150 million m<sup>3</sup>. Today it is more than 170 million m<sup>3</sup>. At this time, according to its ecological and hydrological characteristics, the estuary is close to an accumulating water body.

In recent years, due to the rise in the level of the estuary, excess water was discharged into the sea in the winter. This had a corresponding effect on its environment. Its level, volume, area decreased, while salinity, eutrophication, pollution and siltation increased.

Today, wastewater discharge is the main profitable component of the water balance of the estuary, which protects it from partial or complete drying out. Reducing their volume, or completely stopping discharge, will inevitably lead to an ecological disaster, like the one observed today in the Kuyalnyk Estuary.

At the same time, as a result of the influx of large volumes of untreated sewage into the estuary, a high content of nitrogen and phosphorus compounds is maintained in its waters, with maximum concentrations in the discharge zone of biological treatment station.

The weak horizontal and vertical mixing of water masses is also negative, which, with a considerable depth of the water body (up to 15–20 m), leads to the accumulation of biogenic and organic substances in the lower horizons of the estuary waters. The

ману понижується, посилюється евтрофікація, зростає солоність. Після другої Світової війни дамба, що відокремлює Хаджибейський лиман від моря була відновлена [11, 12].

Суттєві зміни гідроекологічного стану Хаджибейського лиману почались в 1960-х рр., після початку скидання великих об'ємів частково очищених стоків станції біологічної очистки (СБО) «Північна» м. Одеси. Вже в 1975 р. практично повністю зникла морська біота і поступово сформувався прісноводний комплекс гідробіонтів.

Якщо у довоєнні роки об'єм скидів коливався від 10 до 35 млн м<sup>3</sup>, то вже у кінці ХХ ст. він зріс до 100–150 млн м<sup>3</sup>, а на цей час перевищує 170 млн м<sup>3</sup>. Сьогодні за своїми екологічними та гідрологічними характеристиками лиман близький до водойми-накопичувача.

Останніми роками, у зв'язку з підвищенням рівня лиману, надлишок води в зимовий період скидався в море. Це відповідним чином відбивалося на екології водойми: зменшувався її рівень, об'єм, площа, зростали солоність, евтрофікація, забруднення та замулення.

Таким чином, сьогодні скид стічних вод — це основна прибуткова складова водного балансу лиману, яка захищає його від пересихання.

У результаті надходження до лиману великих обсягів недоочищених стоків в його водах підтримується високий вміст біогенних елементів — азотистих та фосфорних сполук. Найвища їх концентрація відмічається в зоні випуску стічних вод в пониззі лиману.

У результаті слабкої циркуляції водних мас і значної глибини водойми (до 14–16 м) відбувається накопичення біогенних і органічних речовин у придонному горизонті вод лиману. Максимальні концентрації біогенних елементів спостерігаються у придонних водних масах на ділянці скиду стічних вод. На більш віддалених



maximum concentrations of nitrates, phosphates as well as ammonium nitrogen and phosphates and in the bottom layer are typical of the wastewater discharge area. The concentration of nitrogen and phosphorus mineral compounds in the surface layer decreases with distance from the biological treatment station release zone, but this trend is not observed for the bottom layer [13, 14].

The arrival of anthropogenic effluents led to a restructuring of the nitrogen cycle in the ecosystem — instead of oxidized forms (nitrites and nitrates), the reduced (ammonium) form prevails in the estuary. There is an imbalance in the content of mineral forms of nitrogen and phosphorus, which ensure too intensive formation of primary products. In the system, there is a lack of nitrogen mineral compounds with a high content of phosphorus compounds, which are part of synthetic detergents and come with sewage [13].

An excessive amount of biogenic substances is not removed from the closed ecosystem of the estuary. As a result, there is an accumulation of organic matter in bottom sediments, which are a source of secondary eutrophication. All this leads to the formation of bottom hypoxia in the bottom horizon in some minor water areas of the southern part of the estuary. In general, the ecosystem of the southern part of the estuary can be characterized as unstable, unbalanced in terms of the content of the main biogenic substances. The quality of the aquatic environment of the estuary is assessed as satisfactory, according to the degree of purity – polluted, and according to the category of trophicity – eutrophic [15].

A significant additional contribution to the pollution of the estuary is caused by large and small villages located on its shores (Usatovo, Nerubaiske, Kholodna Balka, Altestov, Male, Bilka, Marinovka, Nati, etc.) and numerous country estates and farms. Practically all of them do not have treatment facilities and in one way or another

від зони випуску акваторіях концентрація сполук азоту і фосфору у поверхні знижується, але для придонних горизонтів залишається досить високою [13, 14].

Потрапляння в лиман великих об'ємів антропогенних стоків спровокувало перебудову циклу азоту. В гідроекосистемі Хаджибейського лиману переважає амонійна форма азоту, замість окиснених форм — нітритів та нітратів. Утворюється дисбаланс — нестача мінеральних сполук азоту за високого вмісту сполук фосфору, що пов'язано з надходженням зі стоками синтетичних миючих засобів. Як результат — відбувається інтенсивне формування первинної продукції [13].

Надлишок біогенних речовин залишається в замкнутій екосистемі лиману, що приводить до накопичення органіки в донних відкладеннях і вторинного евтрофування.

Гідроекосистема пониззя лиману (зона, прилегла до місця скидання стоків) характеризується нестабільністю. Якість водного середовища оцінюється як задовільна, за ступенем чистоти — забруднена, а за категорією трофності – евтрофна [15].

Додатковому забрудненню лиману сприяють чисельні селища та дачні масиви, розташовані на його берегах. Більшість з них не має очисних споруд і скидає каналізаційні та побутові стоки безпосередньо у водойму.

При дощах і в період танення снігу в лиман також потрапляють залишки добрив і отрутохімкатів, які використовуються в сільському господарстві на прилеглих сільськогосподарських угіддях.

Результати проведеного нами гідрохімічного аналізу вод Палієвської затоки і відкритого лиману, проведені в 2012–2014 та 2019–2020 рр., наведено в таблиці 1.

За основними гідрохімічними показниками найбільш забрудненими є води Палієвської затоки. Вміст деяких сполук тут



dump untreated sewage into the estuary, and where such facilities exist, they are morally outdated and in a neglected state.

The ecological condition of the estuary is also worsened by the leaching of mineral and organic fertilizers, herbicides and pesticides used in agriculture in the areas adjacent to the estuary. The results of the hydrochemical analysis of the waters of the Paliiv Bay and the open estuary conducted by us in 2012–2014 and 2019–2020 are shown in the table. 1.

From the presented data, it can be seen that the main hydrochemical parameters of water of the Paliiv Bay were 2-3 times higher than those in the open part of the estuary.

Some of them exceeded the allowable values (the content of suspended solids, nitrogen and phosphorus compounds, organic substances, etc.), but most of them are within acceptable limits, which allows the use of the estuary for fishery purposes.

A huge environmental catastrophe for the Khadzhibey estuary as well as for other

в 2–3 рази вище, ніж у відкритих акваторіях лиману. В першу чергу, це стосується вмісту завислих речовин, сполук азоту, фосфору та органіки, які перевищують нормативні показники, але знаходяться у припустимих межах, які встановлені для рибогосподарських водойм.

Величезною екологічною катастрофою для Хаджибейського лиману, до речі, як і для інших причорноморських лиманів, є надмірне зарегулювання та знищення малих річок, які ще донедавна живили водойму. Це справляє додатковий негативний вплив на екосистему водойми. В кінці минулого століття повністю пересохла р. Свиняча, яка впадала у Паліївську затоку, до мінімуму зменшився стік р. Малий Куяльник.

Результатом таких змін стала деградація, а іноді повна втрата природних нерестовищ аборигенної прісноводної іхтіофауни.

Незважаючи на поганий екологічний стан і забруднення вод лиману, він і сьо-

*Table 1. Hydrochemical parameters of water of the Paliiv Bay and Khadzhibey Estuary in 2012–2014 and 2019–2020*

Parameters	Central part of the estuary		Paliiv Bay	
	2012–2014	2019–2020	2012–2014	2019–2020
pH	8.1	8.0	8.5	8.3
Suspended substances, mg × dm <sup>-3</sup>	12.0	12.5	45.0	44.2
BOD-5, mg × dm <sup>-3</sup>	5.3	5.7	8.5	7.9
Phosphates, mg × dm <sup>-3</sup>	0.26	0.22	0.46	0.38
Sulfate ions, mg × dm <sup>-3</sup>	371.8	389.5	1257.4	1432.3
Chloride ions, mg × dm <sup>-3</sup>	3131.0		5532.1	
Ammonium nitrogen, mg × dm <sup>-3</sup>	0.31	0.27	0.37	0.29
Nitrate ions, mg × dm <sup>-3</sup>	0.003	0.002	0.004	0.003
Nitrite ions, mg × dm <sup>-3</sup>	0.057	0.061	0.065	0.067
Iron, mg × dm <sup>-3</sup>	0.24	0.24	0.25	0.24
Salinity, ‰	5–6	5–6	7–18	7–20
Alkalinity, mg.eq × дм <sup>-3</sup>	7.8	–	7.7	–
Hardness, mg.eq × дм <sup>-3</sup>	28.22	–	44.9	–
Bicarbonates, mg × dm <sup>-3</sup>	455.5	557.1	469.7	550.5
Ca <sup>2+</sup> , mg × dm <sup>-3</sup>	135.8	140.0	140.5	142.0
Mg <sup>2+</sup> , mg × dm <sup>-3</sup>	367.5	355.0	527.5	598.3
K <sup>+</sup> , mg × dm <sup>-3</sup>	1674.9	1578.9	2975.6	2567.8
Dissolved O <sub>2</sub> , mg × dm <sup>-3</sup>	12.6	7.8–15.5	7.82	6.4–13.2



Black Sea estuaries is excessive regulation, blocking and simply destruction of small rivers that until recently fed the reservoir. Thus, already in 1999–2000, the Svynycha River, which flowed into the upper reaches of the Paliev Bay, completely dried up. The flow of the Maly Kuyalnyk River, which has cascades of ponds along its entire length, has catastrophically decreased.

Such negative changes led to the almost complete loss of natural spawning grounds of cyprinids.

Despite the poor ecological condition and pollution of estuary water, it is still used as a fishery water body.

Before the beginning of 1980s, the salinity of the estuary decreased to 8–11‰. Prussian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), roach (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758), perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) and others species appeared in the ichthyofauna; they penetrated from the ponds located in the valley of the Maly Kuyalnyk River. Table 1 shows the results of a study of the species composition of the ichthyofauna conducted by us in the period from 1980 to 2020. Instead of the depleted marine ichthyological complex, a freshwater one is actively forming.

In 1980, the estuary was stocked with 2 million individuals of Prussian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). Along with it, juvenile bream (*Abramis brama* Linnaeus, 1758), pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), wels (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758), white bream (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) and other freshwater fish, as well as crayfish (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967), were brought from the Dniester Estuary and the Danube lakes.

The yield of Prussian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) in the estuary in 1982–1983 reached 10.6 tons, and the maximum yield of perch in 1986 was 3.7 tons. The catches included common carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) and pike-perch (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758)

годні використовується як рибогосподарська водойма.

Після опріснення вод лиману в 1980-х рр., морська і солонуватоводна іхтіофауна поступово змінилась на прісноводну. В водойму вселилися: карась сріблястий (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), плітка звичайна (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758), окунь звичайний (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) та інші види. В таблиці 2 представлені результати дослідження видового складу іхтіофауни, які проводились нами в період з 1980 по 2020 рр.

Формуванню прісноводного іхтіокомплексу сприяло зариблення Хаджибейського лиману в 80-х рр. минулого століття сріблястим карасем (*Carassius gibelio* Bloch, 1782). Разом з 2 млн цьоголіток карася з Дністровського лиману і Придунайських озер Ялпуг і Кугурлуй до водойми потрапили мальки ляща (*Abramis brama* Linnaeus, 1758), шуки (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), сома (*Silurus glanis* Linnaeus, 1758), плоскирки (*Blicca bjoerkna* Linnaeus, 1758) та інших прісноводних риб. Зустрічався в водоймі і дністровський рак (*Pontastacus eichwaldi bessarabicus* Brodsky, 1967).

Улови сріблястого карася (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) в лимані у 1982–1983 рр. досягли 10,6 т., а максимальний улов окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) в 1986 р. — 3,7 т. В уловах зустрічалися короп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) та судак (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) [8, 11, 12].

Формуванню прісноводного іхтіокомплексу сприяли природні нерестовища в верхів'ях лиману і Палієвської затоки. Тут щорічно проходив масовий нерест корошових (*Cyprinidae*) видів риб, шуки (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758), окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) та інших туводних видів.

У 1985 р. в середній частині Палієвської затоки, відокремленій дамбами





[8, 11, 12]. An increase in the abundance of freshwater fish in this period was facilitated by the natural spawning grounds located in the upper reaches of the estuary (Bilka village) and Paliev Bay (Yehorivka village), where carps (*Cyprinidae*), pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), pikeperch (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758), perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), and other species were mass spawned every year.

In 1985, the Paliev Bay was divided into three parts by dams. In the middle part, the fish nursery "Odesrybhosp" is being built, where common, carp, silver, and bighead carps were grown. There are also pikeperch, perch, gobies (monkey, round, grass) and taran (Table 2).

Regulation of the Paliev Bay with dams and the construction of a pond at its upstream part in the village of Yehorivka leads to its shallowing and siltation, and the lack of freshwater flow leads to progressive salinization and loss of spawning grounds.

In the 1990s, the ichthyofauna of the upstream of the bay was represented by only a not abundant monkey goby (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814) and sand goby or polewig (*Pomatoschistus minutus* Pallas, 1770), Prussian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) and three-needle stickleback (*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758).

At the same time, fish yields within the "Odesrybhosp" fish breeding area in the mid-1990s reached a maximum of 610–650 tons (more than 1 tons  $\times$  ha<sup>-1</sup>). 20,000 to 40,000 tons of compound feeds are used annually to feed fish. This leads to progressive eutrophication. A layer of hydrogen sulfide was formed near the bottom of the bay. Periodic discharges from the manure storage facility of the Otradiv poultry farm contribute to the deterioration of the ecological situation. As a result, in 1990–1991, there was a steady trend towards degradation of

від її основної акваторії, створили рибдільницю «Одесрибгоспу». На базі цієї водойми площею 600 га вирощували комплекс прісноводних риб (табл. 2). Палієвську рибдільницю «Одесрибгоспу» щорічно зариблюють цьоголітками коропа і рослиноїдних риб. Вирощування проводять за пасовищною технологією з додатковою годівлею (у другій половині вегетаційного сезону) штучними короповими кормами (до 20–40 тис. т комбікорму на рік). В середині 1980–1987 рр. улови в межах рибницької дільниці «Одесрибгоспу» досягли максимуму — 610–650 т (понад 1 т  $\times$  га<sup>-1</sup>).

Обмежений водообмін затоки з відкритою акваторією лиману приводить до її поступового замулення, а використання штучних кормів для годівлі риб супроводжується накопиченням органічних залишків і утворенням на дні шару сірководню. Погіршує екологічну ситуацію відсутність прісноводного стоку з р. Свиняча, та періодичні аварійні скиди з гноєсховища птахофабрики. Все це призводить до осолонення та евтрофікації затоки, втрати біологічного різноманіття її іхтіофауни.

Вже в 90-х рр. минулого століття у верхів'ї затоки зустрічалися лише биок-бабка (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814) та лисун малий (*Pomatoschistus minutus* Pallas, 1770), карась сріблястий (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) й триголкова колючка (*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758).

У 1990–1992 рр. у результаті деградації екосистеми центральної частини затоки (рибдільниці «Одесарибгоспу») умови вирощування риб прісноводного комплексу погіршилися. Улови знизилися, загальмувався ріст риб, спостерігалось масове краснухоподібне захворювання.

У подальший період, в результаті зменшення обсягів штучного зариблення і при відсутності природного нересту прісноводної іхтіофауни, улови в Хаджи-

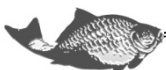


Table 2. Species composition and distribution of ichthyofauna in the Khadzhibey Estuary

Fish species	Paliiv Bay		Khadzhibey Estuary					
			Upper part		Middle part		Lower part	
	1980– 1995	2013– 2018	1980– 1995	2013– 2020	1980– 1995	2013– 2018	1980– 1995	2013– 20120
<b>Sturgeon (<i>Acipenseridae</i>)</b>								
<i>Acipenser gueldenstaedtii</i> (Brandt & Ratzeburg, 1833)	+	–	–	–	–	–	–	–
<b>Eels (<i>Anguillidae</i>)</b>								
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	–	–	–	–	–	+
<b>Carp (<i>Cyprinidae</i>)</b>								
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+	–	–	–	+	–
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	–	–	–	–	–
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	++	–	+	–	–	–
<i>Aristichthys nobilis</i> (Richardson, 1845)	+	–	+	++	+	++	++	++
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	+	–	++	++	+	++	++	++
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	+	–	+	+	+	+	++	+
<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	++	+	+	+	++	++
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	++	–	++	++	++	++	++	++
<b>Sticklebacks (<i>Gasterosteidae</i>)</b>								
<i>Gasterosteus aculeatus</i> (Linnaeus, 1758)	++	+	++	++	++	++	++	++
<b>Catfishes (<i>Siluridae</i>)</b>								
<i>Silurus glanis</i> (Linnaeus, 1758)	–	–	+	–	–	–	–	–
<b>Grey mullets (<i>Mugilidae</i>)</b>								
<i>Liza haematocheilus</i> (Temminck et Schleger, 1845)	++	++	++	++	++	++	++	++
<b>Sunfishes (<i>Centrarchidae</i>)</b>								
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	+	++	+	++	–	++
<b>Perch (<i>Percidae</i>)</b>								
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	++	+	++	++	++	++	++	
<i>Perca fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	++	+	+	+	+	+	+	+
<b>Gobies (<i>Gobiidae</i>)</b>								
<i>Pomatoshistus marmoratus</i> (Risso, 1810)	++	+	++	++	++	++	++	++
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	++	–	+	++	++	+	+	+
<i>N. fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	++	+	++	++	++	++	++	++
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i> (Pallas, 1814)	++	–	++	–	++	–	–	–
<b>Turbots (<i>Scophthalmidae</i>)</b>								
<i>Psetta maotica</i> (Pallas, 1814)	+	–	–	–	–	–	–	–
<b>Righteye flounders (<i>Pleuronectidae</i>)</b>								
<i>Platichthys luscus</i> (Pallas, 1814)	+	–	–	–	–	–	–	–
Total	17	6	16	12	14	12	13	13

Note. Rare +, numerous ++





the central part of the bay associated with increasing water salinity. In 1992, yields decreased in the water area of the fish farm, and the growth of fish slowed down. As a result of increasing the salinity and alkalinity of the waters, there is a mass damage to common and Chinese carps with a rubella-like disease.

The almost complete absence of natural reproduction of freshwater ichthyofauna and its decrease and then the complete cessation of stocking led to a drop in stocks and commercial catches in the Khadzhibey Estuary in 1995 to 75 tons.

In 1992, so-iuy mullet (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) from the experimental mullet farm (EMF) were introduced into the Paliev Bay, and then into the open water area of the Khadzhibey Estuary [16]. The naturalization of the species in the water body was facilitated by the construction of the Paliev complex for the reproduction of marine fish. From 1993 to 2004, more than 46 million so-iuy mullet fingerlings produced at this fish nursery were stocked into the estuary [3]. Since 2000, this species has taken a prominent place in catches and by 2004 it has formed a self-reproducing population in the Khadzhibey Estuary.

As a result of the acclimatization of so-iuy mullet (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845), the abundance of pikeperch (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) increased in the Khadzhibey Estuary (Table 3), for which mullet fry became the main object of feeding, while the weakening of the predator's pressure on the population of Prussian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) and gobies (*Gobiidae*) contributed to the increase in their abundance (Table 2).

Since 1999, so-iuy mullet has taken the leading place in catches (from 150.6 to 930.7 tons). The catches were dominated by

бейському лимані знизилися до мінімуму — 75 т (1995 р.).

Для підвищення рибопродуктивності водойми в 1992 р. в акваторію палієвської рибодільниці «Одесарибгоспу» вселили кефаль піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) з експериментального кефалевого заводу (ЕКЗ) [16]. Припускалося, що цей евригалінний вид-детритофаг, який характеризується високою телерантністю до несприятливих умов середовища, зможе замінити традиційний комплекс коропових риб, акліматизується в умовах Хаджибейського лиману, збагатить видовий склад і запаси промислової іхтіофауни.

Для штучного відтворення піленгаса в Хаджибейському лимані на базі на Палієвської рибдільниці в 1993 р. збудовано риборозплідник з відтворення морських риб (кефалевих і камбалових). До 2004 р. тут було отримано і випущено в лиман понад 46 млн мальків піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) [3]. Це забезпечило формування промислової популяції кефалі спочатку в Палієвській затоці, а потім в Хаджибейському лимані, що дозволило вже в 2000 р. розпочати його промисел. У наступні роки в Палієвській затоці, а потім і в лимані, сформувалась здатна до самовідтворення популяція піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845).

Внаслідок акліматизації піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) в лимані зросла чисельність судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) (табл. 3), основою живлення якого стала молодь кефалі. Ослаблення тиску хижака на популяцію карася сріблястого (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) та представників родини бичкових (*Gobiidae*) сприяло зростанню їх чисельності (табл. 2).

З 1999 р. піленгас (*Planiliza*



age-2+ and 3+ fish with an average weight of 150 and 256 g, respectively. Females matured at the age of 3+–4+ (average weight 350–785 g). Males a year earlier.

A significant place in catches is occupied by Prussian (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) and Chinese carps as well as perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) (Table 3).

The current hydrological and hydrochemical regime of the estuary in the conditions of climatic changes can be characterized as unfavorable. The conditions for

*haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) займає провідне місце в промислі (від 150,6 до 930,7 т). В уловах переважали риби віком 2+ і 3+ середньою масою 150 і 256 г відповідно. Самиці дозрівали у віці 3+ — 4+ (середня маса 350–785 г), самці — на рік раніше.

Значну роль в уловах відігравали також карась сріблястий (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), рослиноідні риби, а також окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758) та інші (табл. 3).

Table 3. Dynamics of fishing in Khadzhibey Estuary (1995-2021)

Years	Yield of commercial species, tons							
	Common carp ( <i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758)	Chinese carps	Gobies ( <i>Gobiidae</i> )	Prussian carp ( <i>Carassius gibelio</i> Bloch, 1782)	So-iuy mullet ( <i>Planiliza haematocheilus</i> Temminck & Schlegel, 1845)	Pike-perch ( <i>Sander lucioperca</i> Linnaeus, 1758)	Perch ( <i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758)	Total
1995	2.4	1.8	—	7.2	—	4.4	296.0	311.8
1996	0.4	1.3	—	16.1	—	1.8	85.1	104.7
1997	0.5	9.1	—	4.1	—	3.2	37.0	53.9
1998	0.1	25.4	—	18.5	37.2	1.3	48.6	131.1
1999	1.5	20.5	—	12.7	183.6	1.4	33.6	253.3
2000	6.2	4.0	—	3.4	150.6	4.7	111.0	279.9
2001	0.6	8.9	—	3.1	381.5	9.0	18.0	421.1
2003	6.6	0.9	—	56.7	185.1	117.2	22.3	388.8
2004	4.5	78.5	—	24.1	227.1	91.4	30.2	455.8
2005	4.8	162.9	—	46.7	573.4	52.6	60.4	900.8
2007	6.7	282.3	2.9	103.0	306.5	73.6	31.7	806.7
2008	0.2	68.3	1.6	19.9	323.5	46.5	25.2	485.2
2009	2.4	142.1	2.7	65.5	475.3	92.7	27.9	808.6
2010	3.4	146.1	4.7	149.3	164.9	68.1	115.7	652.2
2011	8.3	78.7	1.5	135.8	400.4	43.4	43.4	711.5
2012	6.7	73.0	2.8	137.5	534.3	22.1	79.0	855.4
2013	2.9	56.5	0.8	121.5	905.1	15.6	16.3	1118.7
2014	24.8	79.8	0.2	171.7	561.0	15.1	30.7	883.3
2015	5.2	47.2	0.1	43.8	302.3	13.7	8.6	420.9
2016	14.5	93.8	2.2	144.0	567.6	12.6	170.3	1005.0
2017	24.5	180.1	1.8	96.7	690.6	6.7	10.7	1011.1
2018	35.6	226.1	0.4	70.4	924.7	6.3	10.9	1274.4
2019	29.9	235.8	0.4	49.5	930.7	3.4	3.1	1249.9
2020	33.8	154.4	2.8	57.6	396.3	1.0	15.9	661.8
2021	0.3	8.3	0.03	5.0	10.2	0.003	0.5	24.4
Average	9.072	90.72917	1.662	62.552	419.6318	28.31212	53.284	618.725



reproduction and grazing of main commercial species in the estuary have deteriorated as evidenced by the catastrophic decline in the abundance of so-iuy mullet (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) in 2021.

The natural food supply is in a depressed state (Fig. 1) and the rapid development of blue-green algae (*Cyanobacteria*) and the destruction of their dead biomass creates conditions for suffocation and the formation of hydrogen sulfide in the bottom layer. This is reflected in grazing and elimination of larval and juvenile fish primarily so-iuy mullet (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845).

In the spring period of 2020, the temperature regime of estuary water was unfavorable for so-iuy mullet *Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845 spawning due to the protracted spring. Pre-spawning water temperatures of 13-15 were maintained in the estuary for a long period. As

Сучасний гідролого-гідрохімічний режим лиману в умовах кліматичних змін можна характеризувати як несприятливий. Умови відтворення та нагулу основних промислових видів в лимані погіршилися, про що свідчить катастрофічне зниження чисельності піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) в 2021 р.

Природна кормова база знаходиться в депресивному стані (рис. 1), а бурхливий розвиток синьо-зелених водоростей (ціанобактерій) — *Cyanobacteria* — і деструкція їхньої відмерлої біомаси створюють умови для виникнення задухи та формування у придонному шарі сірководню. Це відбивається на нагулі та елімінації личинок і молоді риб (в першу чергу піленгаса *Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845).

У весняний період 2020 р. температурний режим вод лиману, у зв'язку з тривалою весною, був несприятливим для нересту піленгаса (*Planiliza haematocheilus*

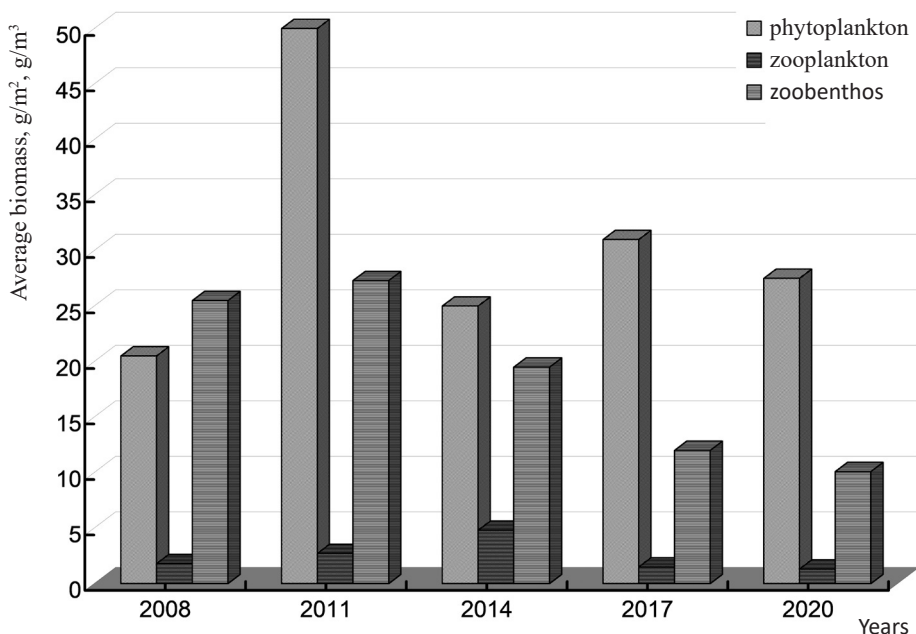
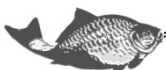


Fig. 1. Average biomass of phyto- and zooplankton ( $\text{g}\times\text{m}^{-3}$ ) and zoobenthos ( $\text{g}\times\text{m}^{-2}$ ) in the Khadzhibey Estuary in 2014–2020



a result, more than 65% of females had gonads at the IV and IV-V stages of maturity. The lack of spawning temperatures of 18–20°C caused resorption of gonads in 45–48% of maturing females. The sudden warming at the end of May – beginning of April worsened the situation even more. In less than a week, water temperature in the estuary increased from 16–17 to 20–22°C. Such a temperature jump also had a negative impact on the results of spawning in the estuary, reducing its efficiency many times over.

As a result, the so-iuy mullet *Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845 generation in 2020 was small. Deterioration of feeding conditions and the phenomenon of suffocation (in June–July) in the shallow waters of the estuary weakened the tolerance of larvae and early juveniles to adverse environmental conditions, which was accompanied by their significant elimination. As a result of a complex of unfavorable factors, the 2020 generation of so-iuy mullet became the smallest in the entire period since 1997.

The main fishing activities in the estuary takes place in the autumn period in 2021 with the help of trawls. It is not selective. Therefore, from August 2021, fishing in the estuary was prohibited in order to restore the population of so-iuy mullet (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) and pikeperch (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758).

For the further fishery exploitation of the Khadzhibey Estuary, it is necessary to take into account that the composition of the ichthyofauna of the water body and its fish productivity are largely formed as a result of the introduction of a variety of fish species. Today, the estuary is a brackish water body, equally suitable for grazing some freshwater and brackish water species of hydrobionts, which opens the way

Temminck & Schlegel, 1845). Значний період в лимані утримувались переднерестові температури води — 13–15°C. В результаті, понад 65% самиць мали гонади на завершній IV та IV–V стадіях зрілості. Відсутність нерестових температур 18–20°C стала причиною резорбції гонад у 45–48% самиць, що дозрівали. Ще більше погіршило ситуацію різке потепління в кінці травня — на початку червня. Менше ніж за тиждень температури вод лиману зросли з 16–17 до 20–22°C. Такий температурний стрибок також негативно відбився на результатах нересту у водоймі, значно знизив його ефективність.

У результаті покоління піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) 2020 р. народження було малочисельним. Погіршення умов нагулу явища задухи (в червні–липні) на мілководдях лиману послабили толерантність личинок і ранньої молоді, що супроводжувалось значною їхньою елімінацією. В результаті впливу комплексу несприятливих чинників покоління піленгаса 2020 р. стало найбільш малочисельним за весь період з 1997 р.

Основний промисел в лимані відбувається в осінній період в 2021 р. за допомогою тралів. Він не є селективним. Тому, з серпня 2021 р. для відновлення популяції піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845) і судака (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758), вилов риби в лимані був заборонений.

При подальшому рибогосподарському використанні Хаджибейського лиману необхідно враховувати, що формування іхтіокомплексу водойми значною мірою залежить від видового складу зарибку і об'ємів зариблення. Як високопродуктивна солонуватоводна водойма, лиман придатний для товарного вирощування прісноводних і солонуватоводних видів



to purposeful formation of ichthyofauna, enrichment of it with valuable commercial objects.

### CONCLUSION AND PERSPECTIVES OF FURTHER DEVELOPMENT

The main condition for the further fishery exploitation of the Khadzhibey Estuary is the stabilization of its hydrological-hydrochemical regime and improvement of the ecological state. In this sense, the most important task is the modernization of the existing treatment facilities, the cessation of pollution by sewage from the surrounding villages, the restoration of small rivers flowing into the estuary [3, 15, 17].

Taking into account the physical and chemical parameters of aquatic environment, the reacclimatization of flounder (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758), which can use zoobenthos organisms, Baltic prawn (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837) and small forms of gobies (*Gobiidae*) — monkey goby (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814) and sand goby or polewig (*Pomatoschistus minutus* Pallas, 1770), in the Paliev Bay of the estuary is expedient.

Sturgeons (*Acipenseridae*) can become promising objects of cultivation in the Khadzhibey estuary: Danube sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg 1833), Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt, 1869), and bester (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*).

To increase the fish productivity of the water body at the expense of benthophages, the introduction of gobies (*Gobiidae*) into the estuary is definitely promising: round goby (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814), knout goby or toad goby (*Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814), black goby (*Gobius niger* Linnaeus, 1758) and

риб та інших гідробіонтів. Це дозволяє спрямовано формувати іхтіокомплекс водойми, впроваджувати в аквакультуру цінні види риб та безхребетних.

### ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ

Першочерговою умовою подальшого успішного використання Хаджибейського лиману для аквакультури є поліпшення його гідролого-гідрохімічного режиму, зменшення евтрофування та накопичення органічних сполук, які потрапляють у водойму зі стоками. В цьому сенсі, найважливішим завданням є модернізація наявних очисних споруд, припинення забруднення стоками з навколишніх селищ, відновлення малих річок, що впадають в лиман [3, 15, 17].

Враховуючи фізико-хімічні параметри водного середовища (високу солоність) доцільною є реакліматизація у Палієвській затоці лиману глося, або чорноморської камбали (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758), яка може використовувати організми зообентосу, чорноморської трав'яної креветки (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837) й дрібних бичків (*Gobiidae*): бичка-бабки, або бичка-пісочника (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814), та лисуна малого (*Pomatoschistus minutus* Pallas, 1770).

Об'єктами пасовищного вирощування в лимані можуть стати осетрові (*Acipenseridae*): російський осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg 1833), сибірський осетр (*Acipenser baeri* Brandt, 1869), бестер (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*), успішні експерименти з вирощування яких проводились в попередній період.

Додаткову рибопродукцію в лимані можуть сформувати бичкові (*Gobiidae*): бичок-кругляк (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814), бичок жабоголовий, або кнут (*Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814), чорний бичок (*Gobius*





grass goby (*Zosterisessor ophiocephalus* Pallas, 1814).

The rational use of the Paliev Bay is the most important component of the formation of biodiversity of ichthyofauna and high fish productivity of the estuary. Improvement of the hydrological-hydrochemical regime of this water area will allow it to be used as a natural spawning ground for so-iuy mullet (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845), flounder (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758), gobies (*Gobiidae*) and Baltic prawn (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837).

With normalization of water exchange, improvement of water quality and salinity within 12–14‰, the cultivation of Azov turbot (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1814) can become a promising direction for the development of aquaculture in the Paliev Bay.

The possibility of introduction of steelhead salmon (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) into the Khadzhibey Estuary is of considerable interest. Due to its high ecological plasticity, this species survives well in other coastal estuaries, where it has shown high growth potential.

The most important direction that should be developed in the Khadzhibey Estuary is artificial reefs. The formation of the biota of these engineering structures will allow not only increasing the abundance and production of some fish species but also significant improving the ecological condition of the water body. The formation of epiphyton organisms, colonies of bivalve molluscs (mussels *Mytilus*, *Mytilaster* and other hydrobionts) on the substrate of artificial reefs will allow significant improving the purification of water of the estuary and increasing the overall nutrient content of the water body.

It is promising to use the water body for

*niger* Linnaeus, 1758) та бичок-трав'яник (*Zosterisessor ophiocephalus* Pallas, 1814).

Важливим компонентом екосистеми лиману є Палієвська затока. При забезпеченні її зв'язку з відкритою акваторією лиману і нормалізації гідролого-гідохімічного режиму, вона стане основним місцем природного відтворення піленгаса (*Planiliza haematocheilus* Temminck & Schlegel, 1845), глося, або чорноморської камбали (*Platichthys flesus* Linnaeus, 1758), та представників родини бичкових (*Gobiidae*): бичка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814), бичка жабоголового, або бичка-кнута (*Mesogobius batrachocephalus* Pallas, 1814), чорного бичка (*Gobius niger* Linnaeus, 1758), бичка-трав'яника (*Zosterisessor ophiocephalus* Pallas, 1814), а також чорноморської трав'яної креветки (*Palaemon adspersus* Rathke, 1837).

При покращенні водообміну затоки і солоності вод в межах 12–14‰, перспективним напрямком розвитку аквакультури в Палієвській затоці може стати культивування азовського калкана (*Scophthalmus maeoticus* Pallas, 1814).

Важливою складовою аквакультури в Хаджибейському лимані може стати вирощування сталевоголового лосося (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792). Завдяки високій екологічній пластичності, цей вид добре виживає в інших приморських лиманах, де показав високу потенцію росту.

Поліпшенню якості вод лиману і, відповідно, його екологічного стану буде сприяти формування штучних рифів. Такі інженерні споруди будуть сприяти зростанню чисельності деяких видів риб і забезпечать покращення екологічного стану водойми за рахунок формування організмів епіфітону, колоній двостулкових молюсків-фільтраторів (мідій *Mytilus*, мітилястерів *Mytilaster* та інших гідробіонтів), підвищать кормність прилеглих акваторій.





cage fish farming, which can successfully develop in this deep-water (up to 14-20 m) water body sheltered from winds. Mullet (*Mugilidae*) and cyprinids (*Cyprinidae*) [18], and in the future flounder (*Pleuronectidae*), sturgeon (*Acipenseridae*), salmon (*Salmonidae*), etc., can serve as breeding objects in storm-resistant cages.

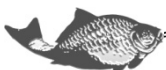
Цілком можливим є використання Хаджибейського лиману (в його глибоководній частині) для садкової аквакультури. Як показав попередній досвід, об'єктами вирощування в штормостійких плаваючих садках можуть служити кефалеві (*Mugilidae*) і коропові (*Cyprinidae*) риби [18] а в перспективі — камбалові (*Pleuronectidae*), осетрові (*Acipenseridae*), лососеві (*Salmonidae*) та інші.

## REFERENCES

1. Pylypenko, Yu. V., Shevchenko, P. H., & Tsedyk, V. V. et al. (2017). *Metody ikhtiologichnykh doslidzhen: navchalnyi posibnyk*. Kherson.
2. Priakhyn, V. A., & Shkytskyi, V. A. (2006). *Metody rybokhoziaistvennykh issledovanyi (Uchebnoe posobyе)*. Krasnodar.
3. Shekk, P. V., & Burhaz, M. I. (Eds.). (2021). *Perspektyvy rybohospodarskoho vykorystannia lymaniv pivnichno-zakhidnoho Prychornomoria*. Zhytomyr: TOV 505.
4. Shakirzanova, Zh. R. (2015). Otsinka stanu Khadzhybeiskoho lymanu i prohnouzuvannia mozhlyvykh rivniv vody v nomu. *Ukr. hidrometeorol. zh.*, 16, 156-163.
5. Shekk, P. V. (2011). Sovremennoe sostoianye u perspektyvy razvytyia marylkultury ryb v Prychernomore. *Suchasni problemy teoretychnoi ta praktychnoi ikhtiologii: Tezy IV mizhnarodnoi ikhtiologichnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*. Odesa, 266-268.
6. Shekk, P. V. (2015). Yzmenenye vydovoho sostava ikhtyofauny Khadzhybeiskoho lymana pod deistvyem antropohennykh faktorov u puty ee tselenapravlennoho formyrovannya. *Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho Natsionalnoho universytetu im. Lesi Ukrainky (seriia biologiiia)*, 2 (302), 78-84.
7. Bruksler, E. S. (1953). *Odesskye limany*.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Методи іхтіологічних досліджень : навчальний посібник / Пилипенко Ю. В. та ін. Херсон, 2017. 432 с.
2. Пряхин В. А., Шкицкий В. А. Методы рыбохозяйственных исследований : учебное пособие. Краснодар, 2006. 214 с.
3. Перспективи рибогосподарського використання лиманів північно-західного Причорномор'я / ред. Шекк П. В., Бургаз М. І. Житомир : ТОВ 505, 2021. 216 с.
4. Шакирзанова Ж. Р. Оцінка стану Хаджибейського лиману і прогнозування можливих рівнів води в ньому // Укр. гідрометеорол. журнал. 2015. № 16. С. 156—163.
5. Шекк П. В. Современное состояние и перспективы развития марикультуры рыб в Причерноморье. / «Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології» Тези IV міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції. Одеса.: 2011. С.266—268.
6. Шекк П. В. Изменение видового состава ихтиофауны Хаджибейского лимана под действием антропогенных факторов и пути ее целенаправленного формирования // Науковий вісник Східноєвропейського Національного університету ім. Лесі Українки. 2015. № 2 (302). С. 78—84 (Серія : Біологія).
7. Бруксер Е. С. Одесские лиманы. Киев,



- Kiev.
8. Shvebs, H. Y. (1988). *Lymanno-ustevye komplekсы Prychernomoria. Heohrafy-cheskye osnovy khoziaistvennoho osvoenyia*. Leningrad: Nauka.
  9. Movchan, Yu. V. (2011). *Ryby Ukrainy*. Kyiv.
  10. Maitlend, P. S., & Linsell, K. (2006). *Philips Guide to freshwater Fish of Britain and Europe*. London.
  11. Starushenko, L. Y., & Bushuev, S. H. (2001). *Prychernomorskye lymany Odesshchyny i ikh rybokhoziaistvennoe yspolzovanye*. Odessa: Astroprint.
  12. Shekk, P. V., & Kriukova, M. I. (2012). Formuvannia ikhtiofauny Khadzhybeiskoho lymanu. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 78, 315-320.
  13. Bohatova, Yu. Y., Sekundiak, L. Iu., & Kyrсанова, E. V. (2017). Kachestvo vodnoi sredi Khadzhybeiskoho lymana letom 2016 hoda. *Visn. Odes. derzh. ekol. univ.*, 21, 78-84.
  14. Zhuravleva, L. A., & Aleksandrov, B. H. (1990). Hydrokhymycheskyi rezhym. *Limany Severnogo Prychernomoria*. Kiev: Naukova dumka, 29-69.
  15. Zaitsev, Yu. P., Aleksandrov, B. H., & Mynychева, H. H. (Eds.). (2006). *Severo-zapadnaia chast Chernoho moria: byolohyia y ekolohyia*. Kyiv: Nauk. dumka.
  16. Shekk, P. V. (2003). Vidtvorennia ta vyroshchuvannia pilenhasu u Khadzhybeiskomu lymani. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*, 29, 240-245.
  17. Aleksandrov, N. (2005). Vozrozhdenye Khadzhybeia. *Sreda obytanyia*, 10-11.
  18. Shekk, P. V., Bondar, V. P., & Malakhovskiy V. A. (1998). Opyt kontrolyruemoho tovarnogo vyrashchyvanyia kefalei vo vnutrennykh vodoemakh severo-zapadnogo Prychernomoria. *Rybnoe khoziaistvo*, 4, 68—74.
  1953. 234 с.
  8. Лиманно-устьевые комплексы Причерноморья. Географические основы хозяйственного освоения / ред. Швебс Г. И. Ленинград : Наука, 1988. 330 с.
  9. Мовчан Ю. В. Рыбы Украины. Київ, 2011. 420 с.
  10. Maitlend P. S., Linsell K. Philip's Guide to freshwater Fish of Britain and Europa. London : Philip's Publishing Group Ltd, 2006. 287 с.
  11. Старушенко Л. И., Бушуев С. Г. Причерноморские лиманы Одесщины и их рыбохозяйственное использование. Одесса : Астропринт, 2001. 151 с.
  12. Шекк П. В. Крюкова М. И. Формування іхтіофауни Хаджибейського лиману // Таврійський науковий вісник. 2012. Вип. 78. С. 315—20.
  13. Богатова Ю. И., Секундяк Л. Ю., Кирсанова Е. В. Качество водной среды Хаджибейского лимана летом 2016 года // Вісн. Одес. держ. екол. унів. 2017. № 21. С. 78—84.
  14. Журавлева Л. А., Александров Б. Г. Гидрохимический режим // Лиманы Северного Причерноморья. Киев : Наукова думка, 1990. С. 29—69.
  15. Северо-западная часть Черного моря: биология и экология / отв. ред. Зайцев Ю. П., Александров Б. Г., Миничева Г. Г. Киев : Наукова думка, 2006. 701 с.
  16. Шекк П. В. Відтворення та вирощування піленгасу у Хаджибейському лимані // Таврійський науковий вісник. 2003. Вип. 29. С. 240—245.
  17. Александров Н. Возрождение Хаджибея // Среда обитания. 2005. С. 10—11.
  18. Шекк П. В., Бондарь В. П., Малаховский В. А. Опыт контролируемого товарного выращивания кефалей во внутренних водоемах северо-западного Причерноморья // Рыбное хозяйство. 1998. № 4. С. 68—74.



Ribogospod. nauka Ukr., 2023; 2(64): 42-60  
 DOI: <https://doi.org/10.15407/fsu2023.02.042>  
 UDC 639.215.(282.247.323)

Received: 28.04.23  
 Received in revised form: 17.05.23  
 Accepted: 11.06.23

## PROSPECTS OF COMMERCIAL EXPLOITATION OF PRUSSIAN CARP IN THE KYIV RESERVOIR

**V. Sondak**, v.v.sondak@nuwm.edu.ua, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne  
**S. Kurgansky**, skurgansky@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**I. Zakharchenko**, ari\_z@ukr.net, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**G. Droган**, drogan15@i.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv  
**S. Koba**, koba\_sveta@i.ua, Institute of Fisheries NAAS, Kyiv

## ПЕРСПЕКТИВИ ПРОМИСЛОВОГО ВИКОРИСТАННЯ КАРАСЯ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА

**В. В. Сондак**, v.v.sondak@nuwm.edu.ua, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне  
**С. В. Курганський**, skurgansky@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ  
**І. Л. Захарченко**, ari\_z@ukr.net, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ  
**Г. М. Дроган**, drogan15@i.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ  
**С. А. Коба**, koba\_sveta@i.ua, Інститут рибного господарства НААН, м. Київ

**Purpose.** Establishing modern parameters of Prussian carp population as a promising object for increasing commercial fish productivity of the Kyiv Reservoir.

**Methodology.** The work is based on field materials obtained during the period 2019-2021 on the Kyiv Reservoir. Data collection and processing was carried out in accordance with generally accepted methods. Ichthyological material was collected from catches of the survey gill nets with mesh sizes of 30-120 mm and commercial gill nets with mesh sizes of 38-50 and 75-100 mm. A total of 1215 net-days of survey and commercial nets were analyzed during the study period, of which 2372 specimens of Prussian carp were analyzed. Statistical data processing was carried out using MS Excel.

**Findings.** The main parameters that characterize the commercial stock of Prussian carp of the Kyiv Reservoir in the context of optimizing the commercial fishing pressure on this species have been determined. It was found that the state of recruitment of the commercial stock of this species was satisfactory and the dynamics of its size-age structure indicated a low commercial fishing pressure, especially on the right wing of the variation series — the average annual fishing mortality in 2019-21 was  $\varphi_M=0.13$ . The majority of the

**Мета.** Встановлення сучасних показників популяції карася як перспективного об'єкта для збільшення промислової рибопродуктивності Київського водосховища.

**Методика.** В основу роботи покладено польові матеріали, отримані протягом періоду 2019–2021 рр. на Київському водосховищі. Збір та опрацювання даних здійснювалися відповідно до загальноприйнятих методик. Іхтіологічний матеріал відбирався з уловів контрольного порядку сіток із кроком вічка  $a=30-120$  мм та промислових сіток з кроком вічка  $a=38-50$  та  $75-100$  мм. Всього за період дослідження було перевірено улови 1215 сіткодів контрольних та промислових сіток, з яких проаналізовано 2372 екз. карася. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою електронних таблиць «MS Excel».

**Результати.** Визначені основні показники, які характеризують промисловий запас карася Київського водосховища в контексті оптимізації промислового навантаження на цей вид. Встановлено, що стан поповнення промислового стада даного виду є задовільним, а динаміка його розмірно-вікової структури свідчить про невисоке промислове навантаження, особливо на праве крило варіаційного ряду — середній

