International Association of River Keepers “Eco-TIRAS”
Moldova State University
Non-governmental Association “Ecospectrum”

Международная ассоциация хранителей реки Eco-TIRAS
Государственный университет Молдовы
Общественная организация «Экоспектр»

# International Conference
# “TRANSBOUNDARY DNIESTER RIVER BASIN MANAGEMENT AND EU INTEGRATION – STEP BY STEP”

Proceedings of the International Conference
Chisinau, October 27-28, 2022

* * *

# Международная конференция
# «УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМ БАССЕЙНОМ ДНЕСТРА И ЕВРОИНТЕГРАЦИЯ – ШАГ ЗА ШАГОМ»

Материалы Международной конференции
Кишинёв, 27-28 октября 2022 г.

Eco-TIRAS
Chișinău • 2022

International Association of River Keepers “Eco-TIRAS”
Moldova State University
Non-governmental Association “Ecospectrum”

Международная ассоциация хранителей реки Eco-TIRAS
Государственный университет Молдовы
Общественная организация «Экоспектр»

# International Conference
# “TRANSBOUNDARY DNIESTER RIVER BASIN MANAGEMENT AND EU INTEGRATION — STEP BY STEP“

**Proceedings of the International Conference**
**Chisinau, October 27-28, 2022**

* * *

# Международная конференция
# «УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМ БАССЕЙНОМ ДНЕСТРА И ЕВРОИНТЕГРАЦИЯ — ШАГ ЗА ШАГОМ»

**Материалы Международной конференции**
**Кишинёв, 27-28 октября 2022 г.**

Eco-TIRAS
Chișinău • 2022

UNDP-Moldova Eco-Tiras/Ecospectrum Project “Environmental Platform” in frames of the UNDP-Moldova Confidence Building Measures Programme, financially supported by the European Union.

**Descrierea CIP a Camerei Naţionale a Cărţii**

“Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step”, international conference (2022; Chişinău). International Conference “Transboundary Dniester River Basin Management and EU Integration – Step by Step” = Международная конференция “Управление трансграничным бассейном Днестра и Евроинтеграция – шаг за шагом”: Proceedings of the International Conference Chisinau, October 27-28 2022 / editor: Ilya Trombitsky; editorial and scientific conference committee: Gheorghe Duca [et al.]. – Chişinău: Eco-TIRAS, 2022 (Arconteh). – 275 p.: fig., fot., tab.

Antetit.: Intern. Assoc. of River Keepers “Eco-TIRAS”, Moldova State Univ., Non-governmental Assoc. “Ecospectrum”. – Texte: lb. rom., engl., rusă etc. – Rez.: lb. engl., rusă, ucr. – Referinţe bibliogr. la sfârşitul art. – 200 ex.

ISBN 978-9975-3201-9-1.

574+504.4(082)=00
T 81

Editor – Ilya Trombitsky, Ph.D. in Biology.

Editorial and Scientific Conference Committee:
Gheorghe Duca, academician, hab. doctor, Academy of Sciences of Moldova
Ion Toderaş, academician, hab. doctor, Academy of Sciences of Moldova
Elena Zubcov, member-corr., hab. dr., Academy of Sciences of Moldova
Antoaneta Ene, hab. Doctor, professor, “Dunarea de Jos” University, Galați, Romania
Laurența Ungureanu, hab. doctor, professor, Institute of Zoology of Moldova
Mihai Leșanu, Ph.D. in Biology, Moldova State University
Serghei Filipenco, Ph.D. in Biology, Pridnestrovian State University
Tatiana Siniaeva, Eco-TIRAS projects’ coordinator, manager of the “Environmental Platform” UNDP Project
Ilya Trombitsky, Ph.D. in Biology, executive director, International Association of River Keepers Eco-TIRAS, Chisinau

The content of this publication, the views expressed herein and the assessments and conclusions are those of the authors and do not necessarily reflect the official views of the partner organizations involved in the implementation of the project, the member countries of these organizations, or the organizations that have provided funding. While every effort has been made to ensure the high quality of this publication, the project partner organizations bear no legal liability for the completeness and accuracy of information contained herein, for any typographical errors or for the content of instructions and guidelines provided by them. The designations employed and the presentation of material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever concerning the legal status of any country, territory, city or region or of its authorities, or concerning delimitation of its frontiers or boundaries. The partner organizations bear no legal liability for any consequences that may arise from the use of information contained in this publication. We regret any errors or omissions that may unwittingly have been made.

Публикация поддержана проектом Международной ассоциации хранителей реки Eco-TIRAS «Экологическая платформа» в партнёрстве с Общественной организацией «Ecospectrum» (Бендеры) в рамках программы UNDP-Moldova «Меры по укреплению доверия» при финансовой поддержке Европейского Союза.

International Association of River Keepers Eco-TIRAS
Str. Teatrală 11A, Chişinău 2012, Moldova
Tel.: +373 22 22 5615; Fax: +373 22 550953
e-mail: ecotiras@mail.ru; http://eco-tiras.org

Current publication could be downloaded from the website: http://eco-tiras.org,
compartments “Publications, books”, and “Dniester Conferences”

Отпечатано в Типографии SRL Arconteh

© International Association of River Keepers Eco-TIRAS, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

INTRODUCTION ..... 7

STORMWATER POLLUTION BY DISINFECTANTS COMPOUNDS AND IMPACT ON RIVERS DURING THE PANDEMIC.
*Ieva Andriulaityte, Marina Valentukeviciene* ..... 8

ANALIZA FRAGMENTĂRII FRACTALE A OSTROAVELOR DIN BALTA MICĂ A BRĂILEI.
*Ion Andronache* ..... 11

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИЧИНОК И ВЫРАЩИВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ СЕГОЛЕТОК СУДАКА ПРУДОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОЛИКУЛЬТУРЫ С СЕГОЛЕТКАМИ КАРПА И РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ.
*П.Д. Ариков, П.Д. Дерменжи, П.П Леука, С.Н. Черней* ..... 14

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МАЛЫХ РЕК МОЛДОВЫ.
*Н.А. Арнаут, Е. Матвеева, Л. Ватаману* ..... 18

POLLUTION OF UKRAINIAN TRANSBOUNDARY RIVERS: THE SEARCH FOR POSSIBLE SOLUTIONS.
*Oleksii Balitskyi, Marina Valentukeviciene* ..... 22

ESTIMAREA PROCESELOR DE AUTOPURIFICARE A APELOR NISTRENE ÎN PREZENŢA COMPUŞILOR TIOLICI (PERIOADA ANILOR 2015-2021).
*Vladislav Blonschi, Viorica Gladchi, Gheorghe Duca* ..... 27

КАК УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ГИМНАЗИЯХ И ЛИЦЕЯХ МОЛДОВЫ.
*Ирина Блохина* ..... 31

МАКРОЗООБЕНТОС ЗАПОВЕДНИКА «ЯГОРЛЫК» В 2010-2022 ГГ.
*Дину Богатый* ..... 34

ХИМИЯ МЕТАЛЛОВ ПРИРОДНЫХ ВОД СКВОЗЬ ПРИЗМУ КОРРЕЛЯЦИОННОГО И РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА.
*Руслан Бородаев* ..... 39

UTILIZING REMOTE SENSING TOOLS TO ASSESS THE IMPACTS OF LAND USE CHANGES ON HYDROLOGY AND GEOMORPHOLOGY OF KATO NEVROKOPI TORRENT.
*Georgios Gkiatas, Paschalis Koutalakis, Iordanis Kasapidis, Georgios Prazioutis, Georgios Pagonis, Valasia Iakovoglou, George N. Zaimes* ..... 42

КОНЦЕПЦІЯ ВОДНОЇ БЕЗПЕКИ У РЕАЛІЯХ ВОЄННИХ КОНФЛІКТІВ.
*Svitlana Goshtynar, Svitlana Slesarenok* ..... 46

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО ОБВОДНЕНИЯ ОЗЕРНО-ПЛАВНЕВОГО МАССИВА В НИЗОВЬЯХ РЕКИ ДНЕСТР И ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ В ПЕРИОД НЕРЕСТА РЫБ.
*Олег Гриб* ..... 50

ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПРАВОВЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ПО РЕНАТУРАЛИЗАЦИИ (ВОССТАНОВЛЕНИЮ) ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ РЕК УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ЕВРОИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ.
*Олег Гриб, Наталия Лобода, Николай Сербов, Екатерина Гриб, Ярослав Яров* ..... 54

ВЛИЯНИЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ.
*А.В. Гуманюк, А.П. Погребняк, Л.Г. Майка, В.Ф. Хлебников* ..... 58

IDENTIFICATION OF ENVIROMENTAL RISK ZONES OF THE KUCHURGAN RIVER BASED ON HYDROCHEMICAL INDICATORS.
*M. Daus, Y. Daus* ..... 64

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПЛАВНЕВЫХ ЭКОСИСТЕМ НИЖНЕДНЕСТРОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.
*Тарас Дворецкий* ..... 67

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОНАД ВЫРЕЗУБА RUTILUS FRISII FRISII (NORDMAN, 1840) ИЗ РАЗНЫХ ВОДОЕМОВ.
*Василий Доманчук, Нина Фулга, Анастасия Попова* ..... 72

ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКИ БЫК, ПРИТОКА ДНЕСТРА.
*В.А. Ерошенкова, К.П. Бульмага, С.Д. Дорофтей, Н.В. Демчукова* ..... 75

ВНУТРИГОДОВАЯ ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПРИТОКЕ КОЛКОТОВАЯ БАЛКА.
*В.А. Ерошенкова, К.П. Бульмага, Н.В. Лукашева, Н.Л. Медведева, Н.М. Владова* ..... 77

EFECTUL PULSATORIU AL UNDELOR DE APĂ DE EVACUARE DIN CADRUL COMPLEXULUI HIDROENERGETIC NISTREAN (EFECTUL HYDROPEAKING).
*Ana Jeleapov* ..... 79

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БАССЕЙНОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ.
*Т.Н. Звездина* ..... 84

EVALUAREA STĂRII ECOSISTEMELOR ACVATICE: ABORDĂRI, OPORTUNITĂŢI, REALIZĂRI.
*Elena Zubcov* ..... 88

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА РІЧОК БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ.
*В.С. Іваненко* ..... 92

АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА И ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ.
*Иван Игнатьев* ..... 96

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕСТАВРАЦИЯ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ЯГОРЛЫК».
*Т.Д. Изверская, В.С. Гендов* ..... 100

ФЛОРА ПУГАЧЕНСКОГО СКЛОНА.
*Л.Г. Ионова, Г.В. Золотарева* ..... 105

К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ Se, Co И Mn ЭКОСИСТЕМ В ДОЛИНЕ ДНЕСТРА.
*Марина Капитальчук, Иван Капитальчук* ..... 109

ЦИНК В ДОЛИНЕ ДНЕСТРА.
*Марина Капитальчук, Иван Капитальчук* ..... 112

INVASIVE VASCULAR PLANT SPECIES IN THE FLORA OF THE «LOWER PRUT LAKES» RAMSAR SITE.
*Polina Cassir* ..... 116

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТРОФИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА И ПРИЛЕГАЮЩЕГО УЧАСТКА ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ.
*Наталья Ковалева, Владимир Мединец, Сергей Мединец* ..... 120

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, ПОЧВЫ И КОЛИЧЕСТВА ВЫПАВШИХ ОСАДКОВ НА ПОЧВЕННЫЕ ВЛАГОЗАПАСЫ СЛОБОДЗЕЙСКОГО РАЙОНА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ.
*В.В. Кольвенко, Н.Г. Леонова, Л.А. Ершов, Д.И. Грибиненко, М.С. Тельпиз, М.В. Черней, А.С. Кукина* .....125

WEPP MODEL AS A TOOL FOR ASSESSNING THE SOIL LOSS AND SEDIMENT DEPOSITION IN A RIVER BASIN.
*Roman Corobov, Ghennadi Syrodoev, Ilya Trombitsky* .....129

ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД САРМАТСКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДАМИ РЕКИ ДНЕСТР.
*Елена Кравченко, Александр Анастас, Татьяна Лютенко, Леонид Чернов, Сергей Шаталин* .....135

ФАУНА КЛЕЩЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНИЙ ДНЕСТР».
*Людмила Куликова* .....140

ВІДНОВЛЕННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПІВДЕННОГО БУГУ НА МИКОЛАЇВЩИНІ.
*В.М. Курепін* .....144

МОЖЛИВІСТЬ ВІДРОЖДЕННЯ РІЧКИ ПОЛТВИ: РЕАЛІЇ ЧИ МАСШТАБНІ ПРОБЛЕМИ.
*В.М. Курепін* .....147

REMOTE SENSING TECHNIQUES TO ANALYZE VEGETATION CHANGES AND EROSION POTENTIAL IN THASOS ISLAND (GREECE) AFTER THE WILDFIRE OF 2013.
*Paschalis Koutalakis and George N. Zaimes* .....150

POSIBILITĂŢI DE UTILIZARE A BIOTEHNOLOGIILOR VEGETALE ŞI IMPACTUL LOR ASUPRA MEDIULUI.
*Mihai Leşanu, Ludmila Perciuleac* .....160

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО И ГОДОВОГО СТОКА РЕК БАССЕЙНА ДНЕСТРА.
*Н.С. Лобода, С.В. Мельник* .....163

INVENTARIEREA STAFILINIDELOR DIN GENUL PHILONTHUS STEPHENS, 1829 (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE, STAPHYLININAE) ÎN COLECŢIE MUZEALĂ (PARTEA II).
*Irina Mihailov* .....167

ЭКОНОМИЧЕСКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕГО БАССЕЙНА ДНЕСТРА.
*Иван Мороз* .....174

РУЧЕЙНИКИ (TRICHOPTERA) РЕКИ ДНЕСТР НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА (2015-2022).
*Оксана Мунжиу* .....180

КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ ВОД СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ДНЕСТРА.
*Эдуард Онищенко, Степан Буша, Александр Матыгин* .....184

EVALUAREA EFICIENŢEI METODEI DE PRECIPITARE CHIMICĂ ÎN PROCESUL DE EPURARE A APELOR UZATE.
*Igor Povar, Oxana Spînu* .....188

УЧАСТОК ВЕКОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ В ПОЙМЕ ДНЕСТРА У СЕЛА БУТОР ГРИГОРИОПОЛЬСКОГО РАЙОНА.
*А.Д. Рущук, В.С. Рущук, В.Ф. Хлебников, Н.С. Чавдарь* .....193

ИХТИОФАУНА НИЖНЕГО ДНЕСТРА, ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА И ДНЕСТРОВСКОГО ПРЕДГИРЛОВОГО ВОЗМОРЬЯ В 2006-2021 ГГ.
*Сергей Снигирев* .....197

**СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗАПАСОВ И ОЦЕНКА ДОПУСТИМОМОГО УЛОВА ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА**
*Сергей Снигирев, Евгений Леончик, Сергей Бушуев* ..... 201

**WEPP MODELING OF SOIL LOSS AND SEDIMENT DEPOSITION IN THE BALTATA RIVER BASIN** ..... 206
*Ghennadi Syrodoev, Roman Corobov, Ilya Trombitsky* ..... 206

**CONTRIBUŢII LA CUNOAŞTEREA BIODIVERSITĂŢII ŞI STRUCTURII COMUNITĂŢILOR DE MAMIFERE DIN REZERVAŢIA PEISAGISTICĂ „TELIŢA", REPUBLICA MOLDOVA.**
*Veceslav Sîtnic* ..... 211

**ТАКСАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЮСОВЫХ И НОРМАЛЬНО-ЛУЧШИХ ДЕРЕВЬЕВ QUERCUS ROBUR L. И POPULUS TREMULA L. НА ТЕРРИТОРИИ ГОСЛЕСФОНДА ПРИДНЕСТРОВЬЯ.**
*Олег Тимин, Александр Усенко, Ольга Тимина* ..... 215

**ОРНИТОФАУНА ПУГАЧЕНСКОГО СКЛОНА.**
*А.А. Тищенков, А.А. Аптеков, Д.В. Медведенко, Н.А. Романович* ..... 219

**РЕДКИЕ ВИДЫ ФЛОРЫ ПЕТРОФИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «РАШКОВ».**
*В.С. Тищенкова* ..... 223

**В КАКОЙ МЕРЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩ ДНЕСТРОВСКОГО КОМПЛЕКСНОГО ГИДРОУЗЛА (2022) УЧИТЫВАЮТ ЭКОСИСТЕМНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ РЕКИ?**
*Илья Тромбицкий* ..... 228

**МЕСТО И РОЛЬ БЕНТОСНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДУБОССАРСКОГО И КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ В ТРОФИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ.**
*С.И. Филипенко, Д.П. Богатый, М.В. Мустя, Г.В. Золотарева* ..... 232

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И РОЛЬ СТОКОВ В ЕГО ЗАГРЯЗНЕНИИ.**
*Е.Н. Филипенко, С.И. Филипенко, Л.А. Тихоненкова* ..... 240

**О РЕДКИХ ВИДАХ РЫБ СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ДНЕСТРА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ (2000-2021 ГГ.).**
*С.И. Филипенко, Т.Д. Шарапановская, С.В. Чур, М.В. Мустя* ..... 245

**ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ ДНЕСТРА.**
*Владимир Фоменко* ..... 253

**ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩ ДНЕСТРОВСКОГО КОМПЛЕКСНОГО ГИДРОУЗЛА КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ ВОДАМИ.**
*Михаил Хорев, Оксана Гуляева* ..... 257

**СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ЗАПОВЕДНИКА «ЯГОРЛЫК» В 2017-2021 ГОДАХ.**
*Сергей Чур* ..... 262

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (БАЗЫ ДАННЫХ) ПО ФЛОРЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЗАПОВЕДНИКА «ЯГОРЛЫК» И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.**
*Т.Д. Шарапановская, Т.Д. Изверская, В.С. Гендо*в ..... 265

**МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПЛАНКТОНА В РЕКЕ ДНЕСТР КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ.**
*Игорь Шубернецкий, Ольга Журминская, Мария Негру* ..... 270

# INTRODUCTION

While referring to the importance of the Dniester River for both countries, the Republic of Moldova, it is hard to underestimate its potential as a source of drinking water, irrigation, and hydropower. The river has been equally vital for the everyday life of local people, recreation, and tourism. However, it represents our population's tremendous historical, cultural, and environmental values and foreign visitors. Due to economic and social interests sometimes conflicting, river management still has unsolved problems and challenges.

The usage of the Dniester River sustainably and prudently could be respected if various relevant stakeholders are involved in dialogue and ultimately in decision-making. The present conference, organized by Association "Eco-TIRAS" with partners, brings representatives of key sectors of our society with the primary purpose of briefing them on new scientific data on the Dniester River and its acute and emerging issues, as well as providing a platform for a dialogue on their solutions.

Both Governments recognize that based on the Treaty *between the Government of the Republic of Moldova and the Cabinet of Ministers of Ukraine on cooperation in the protection and sustainable development of the Dniester River Basin* (2012) some progress on key indicators has been achieved. Among the key achievements, one can mention the setting up of the Dniester Commission and implementation of some joint activities; setting up the technical working groups, and elaboration of the Joint River Basin Management Plan in the form of a Transboundary Diagnostic Analysis and a Strategic Action Programme (approved in 2021).

The articles in the "TRANSBOUNDARY DNIESTER RIVER BASIN MANAGEMENT AND EU INTEGRATION – STEP BY STEP" publication reflect the achievements but also the challenges in many areas related to the state and management of the Dniester River basin. The recommendations of the International Conference "TRANSBOUNDARY DNIESTER RIVER BASIN MANAGEMENT AND EU INTEGRATION – STEP BY STEP", which is taking place **on October 27-28, 2022**, are an essential outcome for the transboundary Dniester River Basin. On behalf of the Ministry of Environment of the Republic of Moldova, we would like to thank the authors for their valuable contributions. Both riparian states will take all appropriate measures in the coming years in line with the principles of the Helsinki Water Convention:

- To prevent, control, and reduce water pollution causing or likely to cause transboundary impact.
- To ensure that transboundary waters are used for ecologically sound and rational water management, conservation of water resources, and environmental protection.
- To ensure that transboundary waters are used reasonably and equitably, taking into account, in particular, their transboundary character in the case of activities causing or likely to cause transboundary impact.
- To ensure conservation and, where necessary, restoration of ecosystems.

It is also evident that sustainable and efficient management of the transboundary river is only possible under peaceful conditions. In this regard, we wish our Ukrainian counterpart an end to the war and the restoration of territorial unity within internationally recognized borders.

We want to thank the organizers – the "Eco-TIRAS", Moldova State University, and "Ecospectrum" NGO for the initiative and the European Union – for providing the necessary funding through the UNDP Moldova Confidence Building Programme.

On behalf of the Ministry of Environment of the Republic of Moldova,

***PhD, Iordanca – Rodica Iordanov,***
***The State Secretary***
***Ministry of Environment of the Republic of Moldova***

# STORMWATER POLLUTION BY DISINFECTANTS COMPOUNDS AND IMPACT ON RIVERS DURING THE PANDEMIC

***Ieva Andriulaityte, Marina Valentukeviciene***
*Vilnius Gediminas Technical University*
*11, Sauletekio Str., Vilnius 10223, Lithuania*
*Tel. +370 618 58709; e-mail: ieva.andriulaityte@vilniustech.lt*

## Introduction

Stormwater is the main transport medium of pollutants to rivers. Harmful substances from the streets and other public spaces enter stormwater by runoff and then pollutants are carried out to rivers, lakes and other water bodies. Because of their physical and chemical properties these pollutants can cause significant damages to the aquatic ecosystems. Stormwater pollutants are classified into three categories: heavy metal pollutants, organic pollutants (biocidal products, etc.) and other pollutants [1]. It was investigated, that the following order of ions can be found in stormwater: HCO3− > SO42− > NO3− > Cl− > F- anions and Ca2+ > Mg2+ > Na+ > NH4+ > Sr2+ > K+ cations. Depending on urbanized area can be detected various concentrations of heavy metals (Cu2+, Fe2+, Zn2+, Se4+, Pb2+, Mn2+, As5+, Ni2+, Cd2+) and other substances (e.g. substances containing organochlorine compounds) in stormwater as well [2]. Research performed by French scientist presents that various biocidal products like chloromethylisothiazolinone (CMIT), dichloroctylisothiazolinone (DCOIT), benzalkonium chlorides (BZK C12, C14, C16) enter the river with released stormwater [3].

During the pandemic the increased amount of chlorine based compound got into the environment. This new form of stormwater pollution was caused by intense outdoor spaces disinfection. The use of disinfectants such as sodium hypochlorite (bleach), calcium hypochlorite (bleaching powder), sodium dichloroisocyanurate (NaDCC), chloramine and chlorine dioxide to disinfect the SARS-CoV-2 virus raised significantly during the last two years [4]. The most often used chemical substance for outdoor spaces cleaning is sodium hypochlorite (NaOCl) ([5]. The micro-biocidal chlorine activity is attributed to undissociated hypochlorous acid (HOCl). When disinfectants containing chlorine compounds enter river water is released active chlorine, which reacts with water to form hypochlorous [HOCl] and hydrochloric acids [HCl]. According by the legal regulation, the concentration of hazardous substances in stormwater discharged into surface water bodies or into the ground cannot exceed specified concentrations, for example, 0.1 mg/l of active chlorine into the natural environment; for trichloromethane 200 µg/l; for dichloromethane – 800 µg/l, it is allowed to release up to 0.6 mg/l of active chlorine into stromwater collection networks. In stormwater chlorine compounds react with the concentrations of organic, inorganic and anthropogenic pollutants there and form disinfection by-products that are toxic to aquatic ecosystems, can harm rivers flora and fauna [6]. It was found that chlorine compounds in water have a regression relationship in correlation with BOD dissolved oxygen concentration, dry residue, sulfite concentration, phosphorus and chromium concentrations [7].

Considering that, is necessary monitor rivers with the aim to find out active chlorine compounds amount in rivers and to investigate their impact on rivers ecosystem and discuss possible treatment technologies. This article aims to review rivers monitoring results during pandemic in Lithuania.

## Materials and methods

Lithuanian National System for Environmental Monitoring, which keeps general informational data, is used as research material. The National System for Environmental Monitoring performs permanent monitoring in many static and mobile stations and it meet with EU legal regulations. Monitoring information is published by the Environmental Protection Agency every year. The water condition of surface water bodies is assessed usually according to physico-chemical, hydromorphological and biological quality elements. In order to investigate the impact on the condition of surface water bodies, according EU legislation, these quality elements must be monitored: biological quality elements and their parameters, which are most sensitive to the impact on the condition of the surface water body; chemical quality elements and all released priority substances and other pollutants, the release of which into the water body is significant; hydromorphological

quality elements and their parameters, which are most sensitive to the effects of the state of the surface water body. Research focused on the review of national monitoring information related to active chlorine amounts in environment after release of stormwater.

## Results and discussions

In Lithuania, not all stormwater is treated to the necessary requirements. According Ministry of Environment data, about 56 percent stormwater discharged untreated to the environment. Date on the release of stormwater into environment is given in Table 1.

**Table 1. Release of stormwater into environment, (Environmental Protection Agency, 2020)**

| Region | Stormwater, thousands $m^3$/year | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Total | Stromwater treated till standarts | Stormwater insufficiently treated | Polluted stormwater without treatment | Stormwater not requiring treatment |
| Alytus | 1999. 473 | 200.211 | 5.984 | 1598.294 | 194.984 |
| Kaunas | 9483.59 | 3009.91 | 51.922 | 701.564 | 5720.104 |
| Klaipėda | 11892. 406 | 1404.433 | 249.595 | 149.995 | 10088.383 |
| Marijampole | 1778.338 | 188.819 | 33.884 | 433.8 | 1121.835 |
| Panevėzys | 1728.037 | 273.097 | 0 | 14.767 | 1440.173 |
| Siauliai | 3088.884 | 884.606 | 26.465 | 0 | 2177.773 |
| Taurage | 1280.172 | 378.939 | 5.35 | 0 | 895.883 |
| Telsiai | 1614.324 | 109.127 | 0 | 0 | 1505.197 |
| Utena | 2273.27 | 1573.426 | 171.634 | 18.578 | 509.632 |
| Vilnius | 23965.898 | 482.518 | 2463.556 | 7125.281 | 13894.543 |
| Total | 59104.352 | 8505.086 | 3008.39 | 10042.369 | 37548.507 |

Table 1 presents that approximately 46 percent have been released into environment without any treatment. This negatively impact rivers condition and not allow to achieve water protection goals.

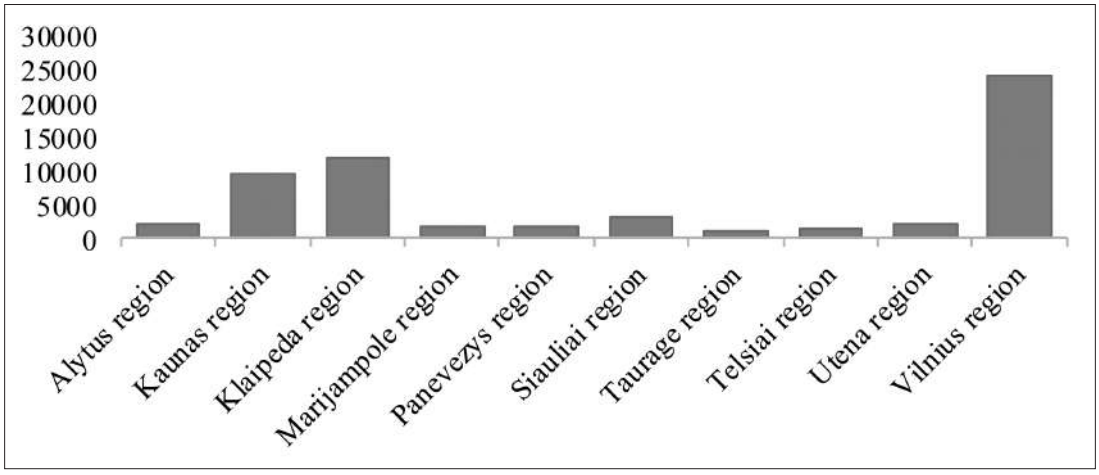



**Figure 1.** Release of stromwater into Environment in Lithuanian regions, thousands $m^3$/year (Environmental Protection Agency, 2020)

Figure 1 presents that the biggest stormwater amount is released in Vilnius region (about 23965.898 thousands $m^3$/year) and the lowest amount – in Taurage region (about 1280.172 thousands $m^3$/year).

Data about the pollutants entering environment with stormwater are give in Table 2 and Table 3.

**Table 2. Release of pollutants into the environment, t/year in 2019 (Environmental Protection Agency)**

| Region | BOD7 | COD | Suspended matters | Chlorine (Active) |
|---|---|---|---|---|
| Alytus | 71.7874 | 234.0763 | 120.1377 | 0.0000 |
| Kaunas | 310.8935 | 1290.1655 | 441.3385 | 0.0000 |
| Klaipeda | 231.7961 | 1686.0282 | 312.4866 | 0.000 |
| Marijampole | 40.0631 | 336.7995 | 105.0512 | 0.000 |
| Panevežys | 102.2518 | 616.9356 | 118.7034 | 0.000 |
| Siauliai | 62.0887 | 478.1196 | 102.2122 | 0.000 |
| Tauragė | 31.4969 | 173.8624 | 45.1317 | 0.0000 |
| Telsiai | 75.7782 | 399.8044 | 137.4914 | 0.0007 |
| Utena | 43.0983 | 282.7802 | 47.6540 | 0.0000 |
| Vilnius | 560.7454 | 4594.7550 | 1308.9955 | 0.0065 |

Table 2 presents active chlorine in two regions (Telsiai and Vilnius) but in low concentrations 0.0007 and 0.0065 t/year. In other regions active chlorine compounds was not determined.

**Table 3. Release of pollutants into the environment, t/year in 2020 (Environmental Protection Agency)**

| Region | BOD7 | COD | Suspended matters | Chlorine (Active) |
|---|---|---|---|---|
| Alytus | 56.1344 | 178.5609 | 123.7844 | 0.0000 |
| Kaunas | 325.1743 | 1380.9754 | 537.2730 | 0.0000 |
| Klaipeda | 267.1138 | 1574.6645 | 351,0010 | 0.000 |
| Marijampole | 45.3773 | 170.2692 | 166.4469 | 0.000 |
| Panevezys | 82,1354 | 679.6111 | 105.0797 | 0.000 |
| Siauliai | 64.6019 | 501.2073 | 90.3107 | 0.000 |
| Tauragė | 34.7364 | 207.5194 | 53.9830 | 0.0000 |
| Telsiai | 57.6887 | 458.2539 | 100.5990 | 0.0007 |
| Utenos | 40.8630 | 390.6076 | 50.9007 | 0.0000 |
| Vilniaus | 514.7131 | 4370.0723 | 1536.3332 | 0.0002 |

Table 3 present that in 2020 active chlorine concentrations have been found in two regions (Telsiai and Vilnius). Active chlorine concentrations are 0.0007 and 0.0002 t/year.

According to the data given in tables 2 and 3, it is assumed that the amount of active chlorine depend on intensive disinfection of public spaces in regions. As showed Bulgarian experience, chlorine cause formation of cyanuaric acid in rivers that impact negatively on rivers flora and fauna [8]. It should be noted, that there are lack of research on rivers water quality and disinfectants impact of stormwater pollution indicators.

## Conclusions

1. Disinfectants impact on rivers and other surface water bodies started researched during pandemic. It was defined that environment pollution by disinfectants increased several times at this period. In order to prevent the spread of infection, sodium hypochlorite and organic chlorine compounds are used to disinfect surfaces.
2. Reserach show that chlorine compounds when they get into stormwater and later into water bodies, form various harmful by-products, which destroy the ecological balance of aquatic ecosystems, and negatively affect rivers water quality.
3. A constant environmental monitoring of the rivers is necessary in order to collect data about the long-term chlorine impact on rivers water quality and provide with possible treatment methods.
4. Stormwater treatment is necessary to protect the environment from the chlorine compounds and to reduce the their impact on various ecosystems (soil, water, etc.).

## Literature

1. Alimohammadi, V.; Maghfouri, M.; Nourmohammadi, D.;Azarsa, P.; Gupta, R.; Saberian, M. (2021) Stormwater Runoff Treatment Using Pervious Concrete Modified with Various Nanomaterials: A Comprehensive Review. Sustainability , 13, 8552. https://doi.org/10.3390/su13158552.
2. Loai, A., (2018) Advanced highly polluted rainwater treatment process. Journal of Urban and Environmental Engineering, v.12, n. 1, p. 50-58 ISSN 1982-3932 doi:10.4090/juee.2018.v12n1.050058.
3. Bressy A., Paijens, C., Tedoldi D. Frere, B. Mailler R., Rocher V., Moilleron R. Transfer of biocides from the city to the aquatic environment: example of the Paris conurbation: Biocide transfer from the city to the aquatic environment: the example of the Paris conurbation, 2022 Techniques Science Methodes. 10.36904/tsm/202112047.
4. Klemeš J.J, Fan YV, Jiang P (2020) The energy and environmental footprints of COVID-19 fighting measures – PPE, disinfection, supply chains. Energy 211:118701. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118701.
5. Rutala, W., A., Weber, D., J. Healthcare Infection Control Practice Advisory Committee (HICPAC), Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities, 2019. https://www.cdc.gov/infectioncontrol/pdf/guidelines/disinfection-guidelines-H.pdf.
6. Parveen N., Chowdhury Sh. Environmental impacts of the widespread use of chlorine-based disinfectants during the COVID-19 pandemic Environmental Science and Pollution Research, 2021. doi:10.1007/s11356-021-18316-2.
7. Valentukevičienė. M., Bagdžiūnaitė-Litvinaitienė, L., Chadyš, V., Litvinaitis, A. Evaluating the impacts of the itegrated pollution on water quality of the trans-boundary Neris (Vilija) River. Sustanability, 2018. doi:10.3390/su10114239.
8. Savova S. Environmental monitoring of Novoselska River, IV National Student Scientific Conference of Physics and Engineering Technologies, Bulgaria, 2017.


# ANALIZA FRAGMENTĂRII FRACTALE A OSTROAVELOR DIN BALTA MICĂ A BRĂILEI


***Ion Andronache***

*Centrul de Analiză Integrată și Management Teritorial, Facultatea de Geografie, Universitatea din București*

*Bulevardul Regina Elisabeta Nr. 4-12, București 030018, România*

*Tel. (+40) 75522170; email: ion.andronache@geo.unibuc.ro*


## Introducere

Geometria euclidiană a fost considerată încă din secolul XIX o simplificare inadecvată pentru modelarea realităţii. Depăşirea limitelor modelului euclidian s-a materializat prin: geometria riemanniana care, abandonând al 5-lea postulat al lui Euclid, creşte numărul dimensiunilor spaţiului la 4 sau mai multe, şi geometria fractală, în care dimensiunile obiectelor devin, din numere întregi, numere fracţionare sau reale.

Conceptul de geometrie fractală a fost dezvoltat de Benoît B. Mandelbrot (1924–2010) pe baza studiilor de pionierat anterioare ale lui Jules Henri Poincaré (1854–1912), Georg Ferdinand Ludwig Philipp Cantor (1845–1918), Lewis Fry Richardson (1881–1953), Niels Fabian Helge von Koch (1870–1924), Waclaw Sierpinski (1882–1969), Karl Menger (1902–1985) sau Karl Weierstrass (1815–1897). Astfel, geometria fractală a fost dezvoltată inițial plecând de la observația că forme precum cele ale râurilor, copacilor, rădăcinilor, plămânilor sau vaselor de sânge nu se identificau în tiparele euclidiene [1] cît și de la analiza „monștrilor" matematici sau naturali ai geometriei euclidiene, fenomene nu pe deplin explicabile sau cuantificabile prin intermediul geometriei euclidiene.

În analiza sistemelor teritoriale, geometria fractală poate fi un instrument util pentru îmbunătățirea descrierii și clasificării acestora, datorită capacității acesteia de a cuantifica valoarea finală a „cantității" de detaliu sau a neregularității la diferite scări asociate cu obiectele analizate.

Mandelbrot mai întâi a folosit termenul „fractal" în cartea sa intitulată *Les Objets Fractals: Forme, Hasard et Dimension* [2] și ulterior în *The Fractal Geometry of Nature* [3] pentru a desemna obiecte sau fenomene continue dar nediferenţiabile în sensul analizei matematice. Termenul fractal provine din latinescul *fractus* care înseamnă frânt, rupt, terment care derivă din verbul *frangere* care înseamnă a frânge sau a rupe. Conform lui Mandelbrot, obiectele fractale se caracterizează în principal prin patru proprietăți: neregularitatea formei lor, auto-similaritatea structurilor lor, dimensiune fractală și invarianță la scalare [2].

Forma complexă a obiectelor cu proprietăți fractale se datorează faptului că la orice modificare a scării de analiză, acestea vor arăta mai multe detalii, până la limita de rezoluție. Pot apărea limitări impuse de către tehnicile de înregistrare/capturare a imaginilor dar și de imagistică.

Spre deosebire de fractalii matematici, obiectele naturale sunt caracterizate prin neregularitate şi forme „aspre" care aparent sunt foarte complexe. Există o listă lungă de obiecte naturale care morfologic sunt fractali aproximativi: norii, fulgii de zăpadă, cristalele, conturul munţilor, al malurilor, insulelor, ostroavelor, reţelele acvifere, conopida și brocoli, sistemele vasculare, arborescența aeriană și subterană a plantelor, organizările de fungi, alge, licheni, corali și multe altele [4].

Dimensiunea fractală este o măsură a complexității, a gradului în care în care fractalul „umple" spațiul, cuantificând gradul de neregularitate și fragmentare al unei structuri geometrice sau al unui obiect din natura, având de cele mai multe ori o valoare superioara dimensiunii topologice.

În cadrul analizei fractale, indicele de fragmentare fractală (*FFI*) permite cuantificarea gradului de compactare/fragmentare a unor imagini complexe cu un singur sau cu mai multe obiecte, mai mari și mai mici, imagini care pot conține artefacte (pixeli izolați, reziduali) rezultate în urma segmentării și binarizării [5].

În acest studiu s-a aplicat analiza gradului de fragmentare/compactare a ostroavelor care compun Balta Mică a Brăilei.

## Materiale și metode

Balta Mică a Brăilei este situată în partea sud-estică a județului Brăila, pe teritoriile administrative ale comunelor Berteștii de Jos, Chiscani, Gropeni, Mărașu, Stăncuța și Tichilești. Ea este formată dintr-o sălbă de 7 insule și ostroave principale, aflate în regim de liberă scurgere, cu o suprafață cumulată de 15.000 ha. [6]. Fiecare dintre aceste insule reprezintă o entitate geomorfologică distinctă, alcătuită din grinduri, sectoare plane, gârle, privale, japse, bălți și lacuri, având aspectul general al unei „farfurii", cu zonele mai ridicate spre exterior și cele joase spre interior. În ordinea situării lor, din amonte (km 235, podul Giurgeni-Vadul Oii) spre aval (km 172, municipiul Brăila), cele 7 ostroave principale sunt: Insula Mică a Brăilei, Varsătura, Crăcănel, Chiciul Orbului, Calia, Fundu Mare și Harapu.

Suprafețele ostroavelor au fost extrase de pe o imagine satelitară a Bălții Brăilei din 31 mai 2006, adaptată la scara 1:200.000 (Fig. 1).

Segmentarea și binarizarea imaginilor celor 7 ostroave din Balta Mică a Brăilei a fost realizată utilizând software ImageJ 1.53u [7].

Indicele fractal de fragmentare (*FFI*) cuantifică, utilizând tehnici fractale multi-scală, gradul de fragmentare sau compactare a modalității prin care a obiectele umplu un spațiu [5]. Totodată, FFI identifică pentru fiecare obiect, abaterea fata de dimensiunea sa euclidiana.

*FFI* se calculează conform ecuației (1).

$$FFI = D_A - D_P = \lim_{\varepsilon\to 0}\left(\frac{\log N(\varepsilon)}{\log\frac{1}{\varepsilon}}\right) - \lim_{\varepsilon\to 0}\left(\frac{\log N'(\varepsilon)}{\log\frac{1}{\varepsilon}}\right) \quad \text{(Ec. 1)}$$

unde, *FFI* este indicele fractal de fragmentare, $D_A$ este dimensiunea fractală a arealelor însumate iar

$D_p$ este dimensiunea fractală a perimetrelor însumate; $\varepsilon$ reprezintă dimensiunea cutiei; $logN(\varepsilon)$ reprezintă numărul de cutii contigue și non-suprapuse necesare pentru a acoperi aria obiectului iar $logN'(\varepsilon)$ reprezintă numărul de cutii contigue și non-suprapuse necesare pentru a acoperi doar perimetrul obiectului [5].

Există trei situații:

1. *FFI* = 0 atunci când obiectele analizate sunt foarte mici, astfel încât nu se poate extrage conturul acestora, iar $D_A = D_P$;

**Figura 1.** Imagine satelitară a Bălții Mici a Brăilei, 31 mai 2006; a-g reprezintă cele 7 ostroave analizate: a – Harapu, b – Fundu Mare, c – Calia, d – Insula Mică a Brăilei, e – Chiciu Orbului, f – Crăcănel, g – Vărsătura.

2. 0 > *FFI* < 1

- atunci când obiectele analizate sunt mari și compacte valoarea FFI tinde spre 1;
- atunci când obiectele analizate sunt mai mici, mai fragmentate cu atât FFI se apropie mai mult de 0.

3. *FFI* = 1 se înregistrează atunci când obiectele analizate sunt eucliene (pătrat spre exemplu), fiind 100% compacte, fără nici o discontinuitate ($D_A$= 1 și $D_P$ = 1).

Capabilitățile *FFI* sunt de a:

- analiza gradului de fragmentare / compactare a obiectelor fractale luate individual;
- analiza gradului de fragmentare / compactare a imaginilor cu obiecte fractale complexe;
- insensibilitatea la posibile artefacte foarte mici care rezultă frecvent în urma binarizărilor și nu sunt detectate ușor de ochiul uman;
- discernerea unor patternuri;
- identificarea unor praguri.

Analizele *FFI* s-au efectuat utilizând software IQM 3.5 [8], plugin FFI [9].

## Rezultate și discuții

*FFI* a fost aplicat în analiza efectelor defrișărilor la nivel de județ [10-11], UAT [12], sau grupe montane [13-14], indicând în toate cazurile că fragmentarea fractală a pădurilor crește ca urmare a defrișărilor. Într-un studiu publicat recent [15] unde s-a aplicat analiza *FFI* a rezultat ca fragmentarea fractală a pădurii din Munții Apuseni a crescut cu 17,7% în timp ce eterogenitatea ei cu 29%.

În acest studiu, *FFI* a fost utilizat pentru a diferenția gradul de fragmentare/compactare a ostroavelor, aflate într-o continuă dinamică.

Fig. 2 arată fragmentarea fractală a ostroavelor din Balta Mică a Brăilei.

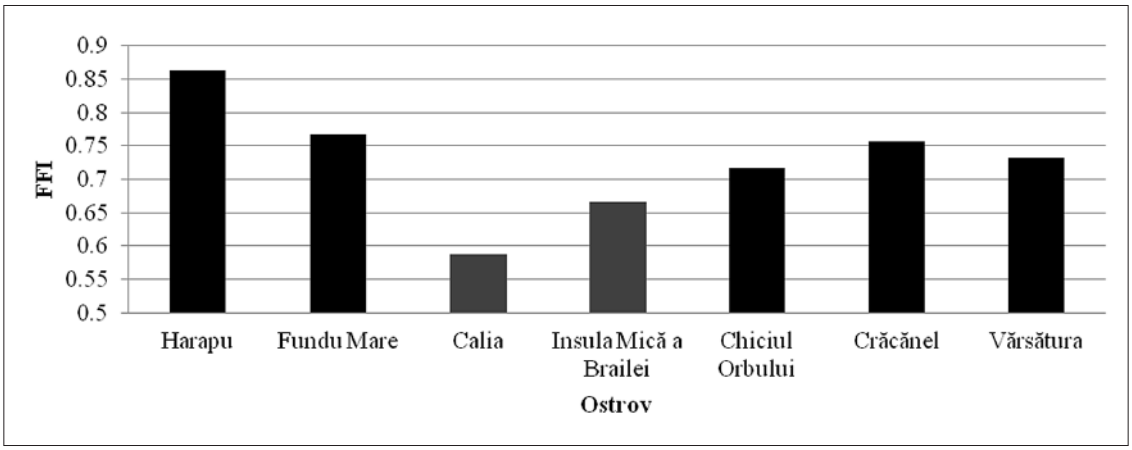



**Figura 2.** Fragmentarea fractală (FFI) a ostroavelor componente Bălți Mici a Brăilei.

Toate valorile sunt ≥ 0,5, ceea ce indică diferite grade de compactare a ostroavelor. Cele mai mici valori ale compactării (≤ 0,70) sunt în ostroavele Insula Mică a Brăilei și Calia. Aceste ostroave au forme mai alungite, conferind-le un grad mai ridicat de complexitate. Excepție face sectorul Egreta-Vulpașu din Insula Mică a Brăilei, unde *FFI* este de 0,82. Sectorul Egreta-Vulpașu, adăpostește cele mai mari colonii de păsări din Balta Mică a Brăilei. Aici există posibilități mai extinse de autorefacere naturală a ecosistemelor la acțiunile antropice, fapt ce a favorizat intrarea acesteia în circuitul turistic al acestui areal, chiar imediat după îndiguirea Bălții Mari a Brăilei.

Compactarea mai redusa a ostrovului Calia, mai ales în partea sudică corelat cu nordul Insulei Mici a Brăilei, reliefează arealul cu cea mai accentuate dinamică a proceselor morfogenetice, existând posibilitatea unirii celor doua ostroave în timp. Din acest motiv, navigația cel puțin în perioadele cu niveluri scăzute este mutată de pe bratul Dunărea Navigabilă pe brațul secundar Calia.

Cele mai mari valori ale compactării (≥ 0,81) se înregistrează ostrovul Harapu, ostrovul situat în aval, lânga Brăila. Ostrovul Harapu se caracterizează prin dominanța acumulării și prin cea mai mică suprafață.

Rezultatele au arătat că *FFI* este util în diferențierea gradelor de compactare a ostroavelor.

## Concluzii

Fragmentarea fractală poate constitui un element de analiză important al stadiului de evoluție al unei forme de relief, al gradului de fragmentare/compactare, dar și în evidențierea unor diferențieri locale.

Viitoarele analize ale fragmentarii fractale asupra Bălții Mici a Brăilei, pe perioade succesive de timp, folosind imagini satelitare la aceiași scara, și pe cât posibil la cote aproximativ similare al Dunării, va permite o înțelegere mai bună a dinamicii mediului geografic specific zonelor umede. Totodată s-ar putea sesiza tendinţele de evoluție și, implicit, stabili prognoze cât mai precise.

## Bibliografie


1. Novak M.M., Dewey T.G. Fractal Frontiers. World Scientific, 1997. 496 p.
2. Mandelbrot B.B. Les objets fractals : forme, hasard et dimension / Benoit Mandelbrot. Paris: Flammarion, 1975.
3. Mandelbrot B.B. The fractal geometry of nature. 3rd ed. New York: W. H. Freeman and Comp., 1983.
4. Kenkel N.C., Walker D.J. Fractals in the biological sciences // Coenoses. Akadémiai Kiadó, 1996. Vol. 11, № 2. P. 77–100.
5. Andronache I.C. et al. Fractal analysis for studying the evolution of forests // Chaos, Solitons & Fractals. 2016. Vol. 91. P. 310–318.
6. Stoiculescu C. Bălțile Mici a Brăilei, un viitor parc național de interes european // Revista de silvicultura. 2000. Vol. 1–2. P. 11–15
7. Schindelin J. et al. The ImageJ ecosystem: An open platform for biomedical image analysis // Molecular Reproduction and Development. John Wiley & Sons, Ltd, 2015. Vol. 82, № 7–8. P. 518–529.
8. Kainz P., Mayrhofer-Reinhartshuber M., Ahammer H. IQM: an extensible and portable open source application for image and signal analysis in Java. // PLoS One. 2015. Vol. 10, № 1. P. e0116329.
9. Ahammer H., Andronache I., Peptenatu D. IQM-Plugin-FFI: Java. Vienna: Medical University of Graz, 2017.
10. Andronache I. et al. Assessment of Textural Differentiations in Forest Resources in Romania Using Fractal Analysis // Forests. 2017. Vol. 8, № 3.
11. Pintilii R.-D. et al. Using fractal analysis in modeling the dynamics of forest areas and economic impact assessment: Maramures, County, Romania, as a case study // Forests. 2017. Vol. 8, № 1.
12. Pintilii R.-D. et al. Determining forest fund evolution by fractal analysis (Suceava-Romania) // Urbanism Architecture Constructions. 2016. Vol. 7, № 1. P. 31–42.
13. Drăghici C.C. et al. Spatial evolution of forest areas in the northern Carpathian mountains of Romania // Acta Montanistica Slovaca. 2017. Vol. 22, № 2.
14. Diaconu D. et al. Using Fractal Fragmentation and Compaction Index in analysis of the deforestation process in Bucegi mountains group, Romania // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2019. Vol. 14, № 2. P. 431–438.
15. Andronache I. et al. Dynamics of Forest Fragmentation and Connectivity Using Particle and Fractal Analysis // Scientific Reports. 2019. Vol. 9, № 1. P. 12228. https://www.nature.com/articles/s41598-019-48277-z


# ПОЛУЧЕНИЕ ЛИЧИНОК И ВЫРАЩИВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ СЕГОЛЕТОК СУДАКА ПРУДОВОЙ ПОПУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ ПОЛИКУЛЬТУРЫ С СЕГОЛЕТКАМИ КАРПА И РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ


***П.Д. Ариков, П.Д. Дерменжи, П.П Леука, С.Н. Черней***

*Centrul pentru Cercetare a Resurselor Genetice Acvatice "ACVAGENRESURS"*

*Str. C. Tănase 6, Chișinău MD-2005*

*E-mail: scsp59@mail.ru*



**Резюме.** В статье описаны результаты получения личинок и выращивания селекционных сеголеток судака прудовой популяции в условиях поликультуры с сеголетками карпа и растительноядных рыб. Проведенное выращивание сеголеток при плотности посадки подрощенной личинкой судака 6,5 тыс. шт/га позволяет получать среднюю массу 11,5 г и получать рыбопродуктивность 31,4 кг/га и выращивание сеголеток карпа и растительноядных рыб позволяет получать рыбопродуктивность 571 кг/га. Выращивание сеголеток показало их высокую продуктивность и резистентность к условиям прудовых хозяйств Республики Молдова. Это позволяет использовать их для пополнения новых линий судака прудовых популяций и создания новых маточных стад судака.

## Введение

Целью настоящей работы явилось получение личинок и выращивание селекционных сеголеток судака прудовой популяции в условиях поликультуры с сеголетками карпа и растительноядных рыб, воспроизводство и выращивание селекционного материала новых поколений судака (сеголетки 2 генерации), а также сбор и научный анализ данных по созданию ремонтных групп (сеголеток) судака, полученных в прудовых условиях.

## Материалы и методы исследований

Материалом исследований послужили шестигодовики судака, выращиваемые с целью формирования и размножения новых поколений одомашненной формы судака с высокой продуктивностью и резистентностью и пополнения новых линий судака прудовых популяций.

Исследования были проведены в 2021 году на производственных одамбированных и русловых прудах индивидуальных рыбоводных хозяйств с независимым водоснабжением.

Отбор и обработка гидробиологических и гидрохимических проб осуществлены по общепринятым методикам. При этом определяли основной солевой состав, концентрация водородных ионов (pH), режим растворенного в воде кислорода [4].

Работы проведены на прудах VI зоны прудового рыбоводства. В течение вегетационного периода исследованы гидрохимические и гидробиологические особенности водоёмов и их влияние на экологические условия роста рыб.

Для рыбоводно-биологической характеристики селекционных сеголеток судака прудовой популяции (F2) использованы следующие показатели: масса, численность при посадке в пруды и в период облова прудов, рыбопродуктивность и выживаемость.

## Результаты

Работу проводили на производственных прудах индивидуального рыбоводного хозяйства SRL «Peslig-Com» Сарата Ноуэ, на водохранилище Сарата Ноуэ (пруд русловой) площадью 100 га, и на рыбопитомнике – один земляной садок площадью 0,015 га и один зимовал площадью 0,25 га.

В течение апреля на рыбопитомнике SRL «Peslig-Com» Сарата Ноуэ были проведены работы по подготовке к воспроизводству судака прудовой популяции в возрасте шестигодовиков к естественному нересту – изготовление нерестовых гнёзд, подготовка пруда для проведения нереста, посадка рыб на нерест, подращивание личинок и зарыбление прудов для выращивания сеголеток. В начале первой декады апреля было подготовлено 10 нерестовых гнёзд. При достижении температуры воды 10°С в утренние часы – конец третьей декады апреля, был заполнен зимовал №2 для проведения естественного нереста и расставлены по пруду нерестовые гнезда, проведена бонитировка и биометрические показатели судака прудовой популяции. Вся рыба проходила индивидуальный осмотр, качественно учитывалась и подвергалась профилактической обработке. Во время бонитировки определяли следующие показатели: массу (Р), длину (*l*), длину головы (*l* гол.), высоту тела (Н), толщину тела (Т), обхват (О). На основе полученных данных определяли показатели экстерьера рыб: относительную высоту тела (*l*/Н), относительную толщину тела (Т/*l*), относительный обхват (О/*l*) и коэффициент упитанности по Фультону (Ку). Напряженность отбора составила 99% (данные бонитировки представлены в таблице 1).

**Таблица 1. Морфометрическая характеристика шестигодовиков судака прудовой популяции**

| Показатели | Судак | | |
|---|---|---|---|
| | **M ± m** | σ | $C_v$ |
| Масса Р, кг | 2,05+0,018 | 0,03 | 1,89 |
| Длина *l*, см | 54,08+0,193 | 0,58 | 1,07 |
| Относительная длина головы, % | 28,74+0,067 | 0,20 | 0,68 |
| Индекс Н | 4,12+0,01 | 0,03 | 0,76 |
| Индекс Т | 14,85+0,06 | 0,18 | 1,16 |
| Индекс обхвата | 57,81+0,056 | 0,17 | 0,3 |
| К упит. | 1,28+0,007 | 0,02 | 1,66 |

Исследуемые и изучаемые показатели экстерьера этой старшей возрастной группы судака характеризуется умеренным уровнем изменчивости по массе (до 1,89), что указывает на высокую однородность выращиваемого селекционного материала. Напряженность отбора по шестигодовикам судака прудовой популяции составила 99%. Эпизоотическое состояние маточного стада в течение периода зимовки было удовлетворительным.

Отобрано и посажено на нерест 8 самок и 8 самцов со средним весом 2,05 кг (1,78 до 2,35 кг), которые были отловлены в пруду Сарата Ноуэ, где проводилось непрерывное выращивание маточного стада в прудовых условиях в течении марта и содержались совместно в садке №1. Нерест начался через 68 часов при средней температуре воды 12,5°С. Отмечено отложение икры на 7 гнездах. Количество икринок на гнездах колебалось в пределах 125-187 тыс.шт. Доля развивающихся икринок варьировала в пределах от 45% до 84%. Эмбриональное развитие икры на гнездах продолжалось 5-6 суток. Через 5 дней были сняты нерестовые гнезда и выловлены производители, личинка оставлена на подращивание в том же пруду. Личинка, в период подращивания подкармливаемая зоопланктоном, выловленного из других прудов, в дальнейшем дала развитие до 10-15 г/м$^3$.

В течение мая личинки достигли 2,0-3,2 см. Облов пруда с подрощенной личинкой судака не возможно было провести из-за сильных паводков и обильных осадков с конца мая и до середины июня и в следствии последующих высоких температур воды до 27° С. В начале первой декады июля, при снижении паводков и температуры воды до 24° С, пруд был обловлен. Выловлено 60 тыс. шт. подрощенной личинки при длине тела 3,0-3,5 см. Личинка реализована рыбоводным фермерским хозяйствам в количестве 40 тыс.шт., зарыблена в зимовал №2 на рыбопитомнике SRL “Peslig-Com” Сарата-Ноуэ в количестве 1,5 тыс.шт. (6,5 тыс. шт./га) для формирования нового маточного стада судака прудовой популяции, а остальная личинка в количестве 18,5 тыс.шт. зарыблена в водохранилище Сарата Ноуэ. Было решено провести опыт по выращиванию сеголеток в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами. Зарыбление проведено подрощенной личинкой карпа 60 тыс.шт./га и растительноядными рыбами (белый, пестрый толстолобики и белый амур) – 75 тыс.шт./га.

Температурный и гидрохимический режимы прудов в периоды заполнения, содержания производителей, проведения нереста, подращивания личинок и выращивания сеголеток в вегетационный период выращивания были благоприятными. Среднемесячные показатели температуры воды составили в апреле – 13,2°С, в мае – 19,3°С, в июне – 24,8°С, в июле – 26,5°С, в августе – 26,8°С и в сентябре – 19,7°С. Содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже 4,2 мг$O_2$/л в утренние часы.

Показатели химического состава воды в течение вегетационного периода в прудах находились в пределах рыбоводных норм. Состояние качества воды в зимовале №2 и водохранилище Сарата-Ноуэ (пруд русловой) на протяжение всего периода выращивания рыбы было удовлетворительным.

Показатель pH варьировал от 7,99 до 8,19. Количество органических веществ в течение периода наблюдения слегка выходило за пределы нормы. Так, перманганатная окисляемость варьировала в пределах 19,52-26,4 мгО/л, бихроматная оксиляемость – в пределах 58,8-71,74 мгО/л. Степень минерализации воды была достаточно высокой, что характерно для водоемов данного региона, и варьировала в пределах 1682,38-2670,52 мг/л.

Зоопланктон пруда №2 по видовому составу в течение периода выращиваия сеголеток судака был представлен в основном коловратками, моиной, брахионусами, науплиальной и копеподидной стадиями развития циклопов. Среднесезонные показатели по пруду колебались от 8,52 г/м$^3$ до 1,97 г/м$^3$, численность экземпляров составила 386 тыс.экз./м$^3$ и 109 тыс.экз./м$^3$ соответственно.

В течение периода выращивания сеголеток судака в зимовальном пруду №2 SRL “Peslig-Com” Сарата Ноуэ не проводилась подкормка, так как он был зарыблен подрощенной личинкой карпа и растительноядных рыб. Подкармливали только карпа кормовыми смесями из расчета 3 кг на 1 кг прироста. Состояние кормовой базы в течение вегетационного периода находилось в пределах рыбоводческих норм.

Во второй декаде октября начат облов зимовального пруда № 2 на рыбопитомнике SRL “Peslig-Com” Сарата-Ноуэ, где выращивались сеголетки судака прудовой популяции второй генерации (F2) по комплектованию генофонда. Выход сеголеток судака составил 42% со средней массой 11,5 г (8,0-21,0 г) при длине тела 11,54 см (10,5-13,5 см). Рыбопродуктивность для сеголеток судака составила 31,4 кг/га. Коэффициент упитанности составил 1,24. Сеголеток судака пересадили на зимовку в пруд-садок №1 площадью 0,015га при плотности посадки 40 тыс.шт./га. Рыбопродуктивность по

сеголеткам карповых рыб (карп, белый, пёстрый толстолобики и белый амур) составила 571 кг/га. Результаты выращивания сеголеток судака прудовой популяции второй генерации (F2) в поликультуре с другими видами рыб даны в таблице 2.

**Таблица 2. Результаты выращивания сеголеток судака прудовой популяции в пруду № 2**

| Вид рыбы | Плотность, тыс.шт./га | Средняя масса, г | Выход, % | Рыбопродуктивность, кг/га |
|---|---|---|---|---|
| Судак, сеголетки | 6,5 | 11,5 | 42 | 31,39 |
| Карп, сеголетки | 60 | 10 | 15 | 90 |
| Белый толстолобик, сеголетки | 60 | 18 | 32 | 345 |
| Пёстрый толстолобик, сеголетки | 10 | 24 | 21 | 50 |
| Белый амур, сеголетки | 5 | 28 | 35 | 86 |

Сеголетки судака в течение вегетационного периода характеризовались высоким темпом роста, что, по-видимому, объясняется оптимальными плотностями посадки. Во время облова сеголеток судака проводили биометрические измерения и оценку морфометрических характеристик судака прудовой популяции, для чего брали не менее 25 рыб. Напряженность отбора составила 97%. Данные бонитировки представлены в таблице 3.

**Таблица 3. Морфометрическая характеристика сеголеток судака прудовой популяции второй генерации (F2)**

| Показатели | Судак | | |
|---|---|---|---|
| | M ± m | σ | $C_v$ |
| Масса Р, кг | 11,5+0,002 | 0,01 | 4,52 |
| Длина *l*, см | 9,67+0,03 | 0,15 | 1,52 |
| Относительная длина головы, % | 31,89+0,05 | 0,22 | 0,69 |
| Индекс Н | 5,72+0, 01 | 0,06 | 1,06 |
| Индекс Т | 11,57+0,02 | 0,08 | 0,69 |
| Индекс обхвата | 45,96+0,15 | 0,66 | 1,44 |
| К упитанности | 1,24+ 0,03 | 0,15 | 1,24 |

Исследуемые и изучаемые показатели экстерьера сеголеток судака прудовой популяции характеризуются умеренным уровнем изменчивости по массе (до 4,52), что указывает на высокую однородность выращиваемого селекционного материала. Напряженность отбора по сеголеткам судака прудовой популяции составила 97%. Эпизоотическое состояние сеголеток в течение периода выращивания было удовлетворительным.

## Выводы

В результате проведенных работ по комплектации генофонда выращены селекционные сеголетки судака прудовой популяции (F2) для создания новых маточных стад – 2730 шт/га со средней массой 11,5 г. При плотности посадки молоди судака 6,5 тыс. шт./га повышается рыбопродуктивность на 31,4 кг/га. Это указывает на высокую продуктивность и резистентность селекционных сеголеток судака прудовой популяции. Выращивание сеголеток карпа и растительноядных рыб позволяет получать рыбопродуктивность 571 кг/га. Низкий выход сеголеток карпа может быть обусловлен более доступной пищей для сеголеток судака, чем для сеголеток других рыб поликультуры.

Выращенные молодь и сеголетки судака и карповых рыб могут быть использованы для зарыбления естественных водоёмов, озёр, водохранилищ и прудов комплексного назначения.

## Использованная литература

1. Суховерхов Ф.М., Сиверцов А.П. Прудовое рыбоводство. М.: Пищ. пром-сть, 1975. 469 с.
2. Маслова Н. И., Серветник Г. Е., Петрушин А. Б. Эколого-биологические основы поликультуры рыбоводства. М.: 2002. 268 с.

3. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Справочник рыбовода. М.: Россельхозиздат, 1980. 220 с.
4. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат 1973, 271с.
5. П.Д. Ариков, Г.Х. Куркубет, П. Д. Дерменжи, С. В Молдован. Формирование и размножение новых поколений одомашненного судака с высокой продуктивностью и резистентностью // Академику Л.С. Бергу – 145 лет: Сб. науч. ст. Бендеры: Eco-TIRAS, 2021. 512 с.

# КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА МАЛЫХ РЕК МОЛДОВЫ

***Н.А. Арнаут, Е. Матвеева, Л. Ватаману***
*Институт геологии и сейсмологии Молдовы*
*ул. Академией 3, Кишинев 2028, Молдова*
*Тел. (+373 22)739663; e-mail: arnaut_nic@mai.ru*

**Резюме**

*На основе обзора и обобщения материалов о процессах руслоформирования малых рек Молдовы были выявлены условия, закономерности, количественные характеристики; проведена оценка русловых деформаций и указана общая тенденция развития русел малых рек на территории Республики Молдова.*

## Введение

В данной работе выполнен комплексный анализ процессов руслоформирования на примере малых рек Молдовы. Изложены различные концепции формирования русел и их типизации, выдвинутые исследователями на разных этапах изучения [3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 16, 17].

## Методология исследований

При проведении русловых исследований малых рек Молдовы были использованы методические подходы, разработанные в рамках гидроморфологической теории руслового процесса ГГИ (г. Санкт-Петербург), а также концепции формирования и развития русел Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова [1, 2, 15]. Основой первого подхода является гидроморфологический анализ. Этот анализ включает комплекс практических приемов изучения натурных и фондовых материалов для выявления русловых форм, закономерностей их развития и связей с определяющими факторами [3, 4, 10, 11].

Для решения отмеченных задач были выполнены комплексные натурные исследования, проанализированы различные фондовые, гидрологические, геологические, топографические и аэрофотосъемочные материалы. Кроме того, были использованы результаты по смежным областям и архивные сведения. Гидроморфологический анализ включал следующие этапы: подбор, анализ и подготовка топографических материалов для анализа и выделения макроформ речного русла рек и морфологически однородных участков рек; оценка по подготовленным картографическим данным характеристик русла, долины и русловых форм и других параметров. При этом были использованы общепринятые в русловых исследованиях методики [12, 13]. Этап установления типов руслового процесса и составление картосхемы представлял собой вторичную обработку и анализ.

Натурные исследования проводили в рамках двух методических подходов. Первый включал маршрутные обследования малых рек на участках, расположенных равномерно (как правило, через 1-4 км) по длине рек от истока до устья. Он предусматривал качественное описание русла, поймы и долины, инструментальные измерения на створах поперечных профилей русел, осредненных скоростей, расходов воды и взвешенных наносов, уклонов водной поверхности, отбор и анализ донных отложений, измерения характерных русловых форм и т.д. Эти работы осуществлялись в соответствии с методическими рекомендациями [13]. На обследованных реках были использованы 400 створов.

Второй подход заключался в проведении долговременного натурного эксперимента по выполнению комплексных наблюдений за динамикой русловых макро-, мезо- и микроформ и гидравличе-

ских параметров потока. Для этого были выбраны два экспериментальных участка на р. Когыльник и р. Большая Сальча.

Исследованы также современные условия развития и состояния малых рек. Они характеризуются высокой степенью преобразованности их русел. Спрямление, углубление и обвалование большинства малых русел Молдовы определили новые начальные условия развития руслового процесса. При этом, решающее значение приобрел антропогенный фактор, проявляющийся в результате непосредственного воздействия на русла и естественные факторы руслового процесса. Установлены новые типы русел и руслового процесса: однорукавные извилистые участки русел, развивающиеся по типу свободного меандрирования; однорукавные извилистые участки русел, развивающиеся по типу ограниченного меандрирования; однорукавные извилистые участки русел с врезанными излучинами; спрямленные (относительно прямолинейные) участки русел с несвязными грунтами (песчано-илистыми донными отложениями с преобладанием в них песчаных фракций) и побочневым типом руслового процесса; спрямленные (относительно прямолинейные) участки русел со связными грунтами (илистыми, глинистыми, илисто-глинистыми и т.д.) и не выраженными мезоформами; однорукавные извилистые участки русел, на которых наблюдается сочетание вынужденных, ограниченных и свободных излучин.

## Результаты и обсуждение

Выполненные в данной работе исследования позволяют оценить современное состояние русел малых рек со следующих позиций: условий развития, закономерностей развития, количественных характеристик выявленных русловых форм, закономерностей развития, оценки русловых деформаций, общей тенденции развития русла и влияние русловых деформаций на различные гидротехнические и другие сооружения. При этом необходимо отметить, что отсутствие достаточных данных не позволяет количественно оценить русла малых рек со всех указанных точек зрения. В связи с этим, для ряда из них ограничимся качественной оценкой.

*Условия развития малых рек*. Современное развитие русел малых рек характеризуется высокой степенью трансформированности естественных условий различными антропогенными факторами. В результате этого процесс развития русел в настоящее время происходит при: а) повышенном относительно прошлых периодов (примерно до 1800 г.) стоке наносов с водосборов; б) измененном гранулометрическом составе донных отложений (в основном на участках с илистыми отложениями); в) существенно уменьшенной водности малых рек; г) спрямленных и обвалованных руслах. Наиболее достоверные количественные оценки этих изменений имеются лишь по водности малых рек (ее уменьшение по различным оценкам, в среднем составляет 1.5-2.0 раза), спрямленности и обвалованности (за исключением отдельных рек северной части территории) либо отдельных участков рек. Что касается избыточного объема наносов с водосборов и увеличения количества мелкофракционных частиц в составе донных отложений, то эти выводы сделаны, в основном, на основе анализа косвенных данных. Тем не менее, учитывая имеющиеся результаты исследований аналогичных процессов и оценки по другим регионам, можно заключить, что для условий малых рек увеличение притоков наносов в современных условиях составляет примерно два и более раза. Во столько же раз ориентировочно можно оценить и увеличение доли илистых частиц в гранулометрическом составе донных наносов. Отмеченные выше обстоятельства отразились на характере изменения русловых процессов.

*Закономерности развития малых рек*. Качественным выражением этих закономерностей являются выявленные характерные типы русел и руслового процесса малых рек и соответствующие им схемы русловых деформаций [3, 6]. При этом региональные особенности проявления руслового процесса малых рек Молдовы обусловлены, в основном, вышеперечисленными изменениями естественных условий их развития и геоморфологическими особенностями территории. Проявлением указанных факторов явилась дифференциация плановых очертаний русел и характера руслового процесса для рек северной, центральной и южной зон территории. Для первых из них плановая форма русла обусловлена сочетанием разномасштабных вынужденных, врезанных, свободномеандрирующих либо ограниченно меандрирующих излучин.

На севере Молдовы протекают реки Вилия, Драдиште, Раковец, Чугур, Каменка, Галдаруша, Копачанка, верховье р. Реут, Куболта, Кайнар, Каменка, Черная, верховье р. Когыльника (притока

р. Реут), Солонец. Специфической особенностью речных долин этих рек в этих зонах является их приуроченность к областям тектонических разломов регионального или локального характера. Это обуславливает извилистый характер долин и создает на участках пересечения гряды миоценовых рифов ограниченные условия развития русел. В связи с этим, для малых рек северной части Молдовы характерны разные типы русел – от относительно прямолинейных до извилистых и вынужденных, а также излучин, развивающихся по схеме ограниченного и свободного меандрирования.

На рисунке 1 представлена картосхема малых рек до спрямления русел и обвалования малых рек Молдовы. Как видно из рисунка, в северной части Республики преобладает сочетание вынужденных, ограниченных и участков с врезанными излучинами.

**Рис. 1.** Картосхема русел малых рек Молдовы до спрямления и обвалования

В отличие малых рек северной части Молдовы, реки Центральной (Гирла, Большая Делия, Болдурешть, Нырнова, Лапушна, Реут (между с. Сэрэтений и г. Орхей), Большой Чулук, Средний Чулук, Малый Чулук, Кула, Когыльник (приток р. Реут), Икель, Бык, Ишновец, Ботна) и южной (Сарата, Тигечь, Ларга, Когыльник, Большой Ялпуг, Ялпужель, Большая Сальча, Средняя Сальча, Сальча,

Лунгуца, Кагул) зон характеризуются преимущественно условиями свободного развития русел. Для рек центральной и южной зон преобладающими видами русел являются относительно прямолинейные, спрямленные и обвалованные, большая часть из которых представляет собой заиленные русла либо участки русел со связными донными наносами и не выраженными мезоформами. Разработанных схем развития для этих видов русел в литературе нет. Некоторые особенности деформаций их русел проанализированы в [7]. На прямолинейных участках малых рек центра и юга региона с преобладанием песчаных наносов русла развиваются по побочневому типу руслового процесса.

На рисунке 2 представлены современные условия развития и состояния малых рек.

**Рис. 2.** Картосхема современного состояния руслового процесса малых рек Молдовы

## Выводы

1. На основе типизации Н.Е. Кондратьева и И.В. Попова [3], для территории Молдовы были выделены два качественно разных периода – до массового спрямления и после. Были проанализированы и выявлены изменения современных условий формирования русел малых рек.

2. Выявлены региональные закономерности изменения типов русел для рек центральной и южной зон территории.
3. Выполнена предварительная количественная оценка на спрямленных участках малых рек свободномеандрирующих излучин, побочней и врезанных излучин.

*Настоящие исследования были выполнены при финансовой поддержке Государственного научно-исследовательского проекта Республики Молдова № 20.80009.7007.26. (Рук. д-р хаб. К.Е. Морару).*

**Литература**

1. Великанов М.А. Русловой процесс. М.: Физматгис, 1958, 396 с.
2. Замышляев В.И. Математическое моделирование плановых переформирований русел меандрирующих рек: Диссертация … канд. техн. наук. Л., 1982, 184 с.
3. Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снищенко В.Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеоиздат, 1982, 271 с.
4. Лохтин В.М. О механизме речного русла // Вопросы гидротехники свободных рек. М., 1948, с. 23-59.
5. Маккавеев Н.И. Русла реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во АН СССР, 1955, 345 с.
6. Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986, 264 с.
7. Никора В.И. Русловые процессы и гидравлика малых рек. Кишинев: Штиинца, 1992, 140 с.
8. Попов И.В. Деформации речных русел и гидротехническое строительство. Л.: Гидрометеоиздат, 1969, 363 с.
9. Ржаницын Н.А. Руслоформирующие процессы рек. Л.: Гидрометеоиздат, 1985, 263 с.
10. Рекомендации по учету руслового процесса при проектировании ЛЭП. Л.: Гидрометеоиздат, 1973, 179 с.
11. Русловой процесс (под редакцией Н.Е. Кондратьева). Л: Гидрометеоиздат, 1959. 372 с.
12. Руководство по определению гидрографических характеристик картографическим способом. Л.: Гидрометеоиздат, 1986, 92 с.
13. Методические рекомендации ГКС по сетевым русловым наблюдениям. Л.: Гидрометеоиздат, 1981, 112 с.
14. Сидорчук А.Ю. Структура рельефа речного русла. Л.: Гидрометеоиздат, 1992, 127 с.
15. Чалов Р.С. Географические исследования русловых процессов. М.: Издательство МГУ, 1979, 232 с.
16. Ichim I., Batuca D., Radoane M., Duma D. Morfologia si dinamica albiilor de riuri. București. 1989, 275 p.
17. Leopold L.B., Wolman M.L. River channel patterns: braided, meandering and straight. US Geol. Survey Porf. Pap, 1987, № 282-B, 85 p.

## POLLUTION OF UKRAINIAN TRANSBOUNDARY RIVERS: THE SEARCH FOR POSSIBLE SOLUTIONS

***Oleksii Balitskyi, Marina Valentukeviciene***
*Vilnius Gediminas Technical University*
*11, Sauletekio Str., Vilnius 10223, Lithuania*
*Tel. +380671493710; e-mail: oleksiibalitskyi@gmail.com*

**Abstract.** Ukraine is part of four large transboundary rivers that flow through more than ten European countries and has significant problems of human activity in the upper and lower reaches. The Government of Ukraine calls for action to achieve the Goal of sustainable development and European integration.

This study discusses four prospects for sustainable development of Ukraine to reduce pollution of transboundary rivers. These perspectives relate to the transition from administrative management of rivers to management of river basins to promote cooperation between countries, to better understand the causes and consequences of river damage and to explore solutions, innovation and modernization of water-related infrastructure. Future research could focus on the case of Ukraine and adopt these four perspectives to support sustainable transboundary river basin management and water resources integration under European Union legislation.

**Keywords:** transboundary rivers; pollution; perspectives; integration.

### Introduction

Water is vitally important for economic growth and development, and above all – for the survival of terrestrial and aquatic ecosystems. Already today, 700 million people who live in 44 countries of the world,

suffer from permanent shortage of water, and more than 900 million people do not have access to sources of clean, drinking water [1]. The depletion and deterioration of the quality of water resources – sources of drinking water and the basis of life activities on the planet. In 30 years, half of the Earth's population will suffer from a lack of this liquid. For Ukraine, this time may come much earlier, and for residents of more than 1000 cities [2], settlements of Ukraine that use imported water, it has already arrived. Pollution of the hydrosphere is the entry of pollutants into the hydrosphere in quantities and concentrations capable of disrupting the normal conditions of the environment of large water bodies objects: oceans, seas, lakes, rivers, reservoirs, other artificial waters, as well as justified surface and underground waters [3]. The main ones the principles of modern water and ecological policy established by the Law of Ukraine "On the State-wide Program for the Development of Water Management". economy", which defines the main directions of this policy [4]: rational and ecologically safe use of water resources; increasing the technological level of water use; development and implementation of new innovative technologies that provide prevention of surface water pollution and utilization of ways from wastewater treatment.

This research discusses problems of pollution of water basin in Ukraine.

## Material

About 9.6 billion $m^3$ is discharged into the basins annually insufficiently treated wastewater, including 2.9-4.0 billion $m^3$ contaminated. The population of 40% of the territory of Ukraine consumes water that does not meet the requirements of the standards. Annually, about 4 billion m3 is discharged into the reservoirs of Ukraine polluted sewage [5]. Theoretically, the available methods make it possible to purify wastewater by 95-96%, although this is not enough, but in practice, purification occurs at best by 70-85%. Analysis of polluted confirms that small Ukrainian rivers are more polluted than large. This is explained not only by their small size of water, but also insufficient protection [6].

The level of water purification today is extremely low. Existing sewage treatment plants even during biological purification, only 10-40% of inorganic substances (40% – nitrogen, 30% – phosphorus, 20% – potassium) and practically no heavy metal salts are removed. The most polluted are the Southern Bug and Ingulets, the rivers of the Donetsk and Dnipro regions and the Black Sea coast of southern Ukraine [4]. In Dnipro 360 million cubic meters are discharged annually polluted flows or 14% of their volume in the country. Significant part of the annual flow of the Dnipro River by industrial enterprises at the maximum allowable 20%.

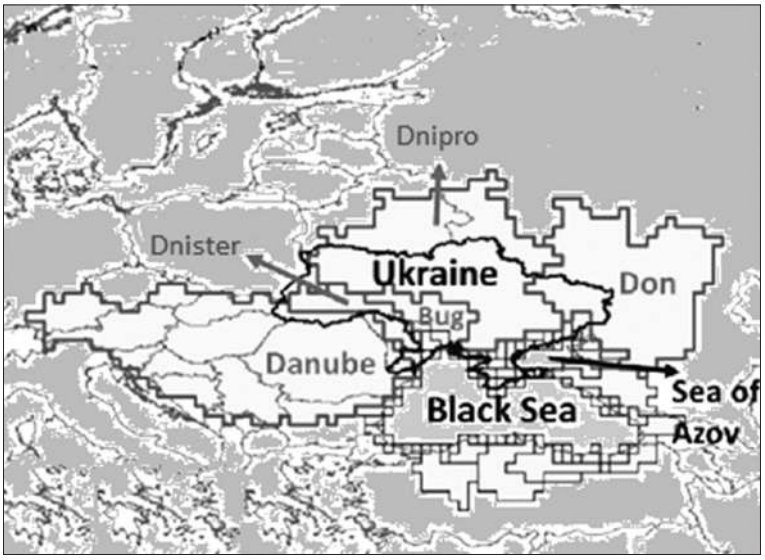



**Fig. 1.** Transboundary rivers of Ukraine: Dnipro – Ukraine, Belarus, Russia. Dniester – Ukraine, Moldova. Danube – Germany, Romania, Austria, Slovakia, Russia, Ukraine, Bulgaria, Croatia. Don – Ukraine, Russia.

Intensive river pollution by various wastewater from industrial and municipal enterprises, wastewater from livestock farms, runoff from snowmelt and damaged stormwater from agricultural and urban areas caused irreparable damage to the water basin of Ukraine.

## Causes and consequences of river pollution

In Ukraine, the main causes of river pollution are agriculture, cities, landfills, industry and tourism (Fig.2) [7].

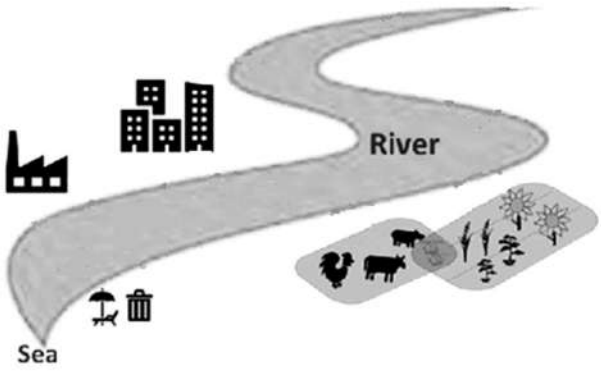



**Fig. 2** The main pollutants of rivers in Ukraine

Ukrainian cities are rapidly growing in size and number, which corresponds to world trends. In 2010, more than half of the population of Ukraine on a national scale consisted of cities. In 2014, the percentage of urban population ranged from 37% (Zakarpattia Oblast) to 91% (Donetsk Oblast) among 24 oblasts, and most urban populations were connected to centralized sewage systems, while rural populations were not. Wastewater treatment is often an inefficient result with European countries [8]. Treatment efficiency to remove pollutants from wastewater is low in many cities, which can lead to water pollution in two main ways [9]. First, sewage products often release numerical pollutants such as nutrients, chemicals, and pathogens into the lines due to harmful cleaning [10]. Second, floods from the city can pollute the waters due to poor infrastructure [11]. For example, due to the old sewage infrastructure, in recent years there have been several connections in the capital Kyiv, which as a result can bring pollutants to nearby water supply systems [12].

Human activity introduces various pollutants into the rivers of Ukraine. In general, diffuse and point sources of river pollution are distinguished [13]. Agriculture is often a diffuse source of nutrients, pathogens and pesticides in the country's rivers, as synthetic fertilizers (containing nutrients) and animal manure (containing nutrients and pathogens) are often used to fertilize soils for growing crops, and pesticides are used to protection of culture.

The rivers of Ukraine face many problems of pollutants that have different effects on society and nature. Examples of the impact on nature are the problems of eutrophication caused by an increase in the concentration of nitrogen and phosphorus in water systems [14].

## Prospectives for sustainable development and clean rivers

***Perspective 1: River basin management for enhanced cooperation between countries.***

An effective water-related management strategy within a given river basin to minimize water pollution and maximize sustainable development [15]. Basin management covers the entire basin including the countries of the upper and lower reaches of transboundary rivers. Ukraine is downstream a country where upstream pollution passes through Ukrainian territories and rivers and enters the Black Sea [16]. To ensure clean water in the country's rivers, it is important to cooperate between upstream and downstream countries [17]. River basin management contributes to this cooperation by covering the entire river basin. In other words, river basin management provides an opportunity for dialogue between countries that share the same river basin [18].

***Perspective 2: Research for understanding of river quality aspects***

Interdisciplinary research combines social and natural disciplines to better understand the causes and consequences of river pollution. This research is particularly relevant for transboundary rivers that receive pollutants from several countries [19]. Such interdisciplinary studies are lacking in Ukraine, and they are often discipline-oriented with a heavy emphasis on monitoring.

***Perspective 3*: *Transdisciplinary research on effective solutions to reduce river pollution***

Transdisciplinary research involves the co-production knowledge and generating smart solutions for clean water.

Transdisciplinary research combines the knowledge of the social and natural sciences with the knowledge of takeholders such as industry, farmers, non-governmental organizations, governments, citizens. Participatory approaches can help engage different stakeholders in developing effective clean water solutions together with scientists [20]. For example, the European Water Initiative Plus (EUWI+) initiative uses participatory approaches to discuss the development and implementation of river basin management plans in Ukraine.

***Perspective 4: Modernization of water-related infrastructures***

In Ukraine, water-related infrastructure (for example, pipes) is outdated and in need of modernization. Old infrastructure often causes flooding in cities and can thus increase water pollution. Compared to West-

ern Europe, many cities have poor sewage treatment. Thus, the introduction of advanced technologies is necessary to improve the water infrastructure and reduce pollutant discharges in rivers. This also applies to agricultural practices and landfills. Existing research shows the effectiveness of advanced technologies in reducing river pollution from cities and agriculture in many parts of the world [21]. These are opportunities for Ukraine. Advanced technologies can reduce more than 80% of pollutants in municipal and agricultural waste.

## Results and discussions

The consequences of water pollution for human health can be different. Damage is caused by such common pollutants as fluorine, chlorine and organophosphorus pollutants, nitrates, nitrites, nitro compounds, pesticides, herbicides, etc. All these negative phenomena occur against the background of low water reserves in Ukraine, which amount to 97.3 $km^3$ (in low-water years – 66 $km^3$) [22]. The water deficit in Ukraine is already 4 billion $m^3$.

**Table 1. Annual discharge of polluted waters into surface water resources**

| Region | Polluted water millions $m^3$/year | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Total | Including $m^3$ | | Part in the total volume % |
| | | without cleaning | not cleaned enough | |
| Dnipro | 703 | 211 | 492 | 46 |
| Zaporizhzhia | 497 | 346 | 152 | 56 |
| Kyiv | 437 | 24 | 413 | 47 |
| Odessa | 198 | 53 | 145 | 65.8 |
| Lviv | 193 | 9 | 184 | 66,6 |
| Mykolaiv | 35 | 3 | 32 | 37 |
| Cherkassy | 31 | 3 | 28 | 36 |

The degradation and drying up of small rivers will inevitably lead to the degradation of large rivers, therefore there is a problem of their preservation and improvement one of the most acute for Ukraine [23], therefore today in Ukraine to clean up the polluted there are more than 2,800 water treatment facilities with independent discharge of waste water into water bodies. Among them are biological treatment facilities – 60%, mechanical – 35% and physical and chemical – 5% More than 300 cities have complete structures the biological purification, however, as a practice, purification takes place in the best case on 70-85%. On providing water protection and prevention from pollution needs to speed up the introduction new procedure for fees for discharge the pollutant [24].

The implementation of environmental policy can only be successful when it rests on a sound regulatory framework that includes environmental legislation and a wider system of by-laws that establish the distribution of political and administrative functions between executive authorities, as well as tools for regulation and enforcement of new technologies for dirty water treatment and, above all, technologies that prevent water pollution [25].

## Conclusions

Water pollution in some regions of Ukraine has reached a critical level. Annually, about 9.6 billion m3 of insufficiently treated wastewater, including 2.9 to 4.0 billion $m^3$ of polluted water, is discharged into the river basin of Ukraine. The biggest pollutants are located in industrial mining regions – Dnipro, Mykolaiv and Zaporizzya regions.

The level of water purification today is extremely low. Existing treatment plants, even with biological treatment, remove only 10-40% of inorganic substances (40% – nitrogen, 30% – phosphorus, 20% – potassium) and practically do not emit salts of heavy metals, and therefore each industry should introduce only innovative technologies that provide for measures to prevent pollution of water sources.

Economic technologies should be considered only those that are ecological.

Among the industries, one of the biggest polluters of water bodies is definitely quarries of mining and processing plants of Ukraine, especially during the preparation and carrying out of mass explosions.

Thanks to modern membrane purification technologies, it is possible to obtain drinking water even from contaminated water, but this does not solve the problem, since pollution of the inputs is global in nature for the environment and human health.

## Disclaimer

The author declares no conflicts of interest.

## Declaration of competing interest

The author declares that he has no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

## Literature


1. Skoulikaris C, Zafirakou A (2019) River Basin Management Plans as a tool for sustainable transboundary river basins' management. Environ Sci Pollut Res 2019 2615 26:14835–14848. https://doi.org/10.1007/S11356-019-04122-4
2. Nazarov N, Cook HF, Woodgate G (2004) Water pollution in Ukraine: The search for possible solutions. Int J Water Resour Dev 20:205–218. https://doi.org/10.1080/0790062042000206110
3. Kroeze C, Gabbert S, Hofstra N, Koelmans AA, Li A, Löhr A, Ludwig F, Strokal M, Verburg C, Vermeulen L, van Vliet MT, de Vries W, Wang M, van Wijnen J (2016) Global modelling of surface water quality: a multi-pollutant approach. Curr Opin Environ Sustain 23:35–45. https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2016.11.014
4. Nazarov N, Cook HF, Woodgate G (2000) Water pollution control issues in an independent Ukraine. Water Environ J 14:117–123. https://doi.org/10.1111/J.1747-6593.2000.TB00237.X
5. Makarenko N, Budak O (2017) Waste management in Ukraine: Municipal solid waste landfills and their impact on rural areas. Ann Agrar Sci 15:80–87. https://doi.org/10.1016/J.AASCI.2017.02.009
6. Besseling E, Redondo-Hasselerharm P, Foekema EM, Koelmans AA (2018) Quantifying ecological risks of aquatic micro- and nanoplastic. https://doi.org/101080/1064338920181531688 49:32–80. https://doi.org/10.1080/10643389.2018.1531688
7. Iryna Krylova (2019) Fee access to information in water supply and wastewater of Ukraine as a principle of the state policy. Int Acad J Web Sch 46–54. https://doi.org/10.31435/RSGLOBAL_WOS/31052019/6505
8. Vystavna Y, Huneau F, Grynenko V, Vergeles Y, Celle-Jeanton H, Tapie N, Budzinski H, Le Coustumer P (2012) Pharmaceuticals in Rivers of Two Regions with Contrasted Socio-Economic Conditions: Occurrence, Accumulation, and Comparison for Ukraine and France. Water, Air, Soil Pollut 2012 2235 223:2111–2124. https://doi.org/10.1007/S11270-011-1008-1
9. Valentukevičiene M, Ignatavičius G (2014) Improvement of phosphorus removal in the wastewater treatment. Ekologija 60:65–72. https://doi.org/10.6001/EKOLOGIJA.V60I4.3041
10. Krylova I (2019) Institutional problems of water supply and wastewater of Ukraine and the ways of their solution. Int Acad J Web Sch 43–50. https://doi.org/10.31435/RSGLOBAL_WOS/31072019/6606
11. Valentukevičiene M, Bagdžiunaite-Litvinaitiene L, Chadyšas V, Litvinaitis A (2018) Evaluating the Impacts of Integrated Pollution on Water Quality of the Trans-Boundary Neris (Viliya) River. Sustain 2018, Vol. 10, Page 4239 10:4239. https://doi.org/10.3390/SU10114239
12. Valentukevičienė M, Najafabadi ME (2020) Use of natural sorbent for stormwater treatment. Environ Eng. https://doi.org/10.3846/ENVIRO.2020.589
13. van Vliet MT, Flörke M, Harrison JA, Hofstra N, Keller V, Ludwig F, Spanier JE, Strokal M, Wada Y, Wen Y, Williams RJ (2019) Model inter-comparison design for large-scale water quality models. Curr Opin Environ Sustain 36:59–67. https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2018.10.013
14. Yakovlev V, Vystavna Y, Diadin D, Vergeles Y (2015) Nitrates in springs and rivers of East Ukraine: Distribution, contamination and fluxes. Appl Geochemistry 53:71–78. https://doi.org/10.1016/J.APGEOCHEM.2014.12.009
15. JIAO X qiang, ZHANG H yan, MA W qi, WANG C, LI X lin, ZHANG F suo (2019) Science and Technology Backyard: A novel approach to empower smallholder farmers for sustainable intensification of agriculture in China. J Integr Agric 18:1657–1666. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62592-X
16. Strokal V (2021) Transboundary rivers of Ukraine: perspectives for sustainable development and clean water. J Integr Environ Sci 18:67–87. https://doi.org/10.1080/1943815X.2021.1930058
17. Alcamo J (2019) Water quality and its interlinkages with the Sustainable Development Goals. Curr Opin Environ Sustain 36:126–140. https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2018.11.005
18. Kok K, Pedde S, Gramberger M, Harrison PA, Holman IP (2019) New European socio-economic scenarios for climate change research: operationalising concepts to extend the shared socio-economic pathways. Reg Environ Chang 19:643–654. https://doi.org/10.1007/S10113-018-1400-0/FIGURES/2
19. Acuña V, Bregoli F, Font C, Barceló D, Corominas LL, Ginebreda A, Petrovic M, Rodríguez-Roda I, Sabater S, Marcé R (2020) Management actions to mitigate the occurrence of pharmaceuticals in river networks in a global change context. Environ Int 143:105993. https://doi.org/10.1016/J.ENVINT.2020.105993

20. Gerlak AK, Saguier M (2015) Interdisciplinary knowledge frameworks for transboundary river basins. http://dx.doi.org/101080/0790062720141003347 31:790–794. https://doi.org/10.1080/07900627.2014.1003347
21. Sims JT, Bergström L, Bowman BT, Oenema O (2005) Nutrient management for intensive animal agriculture: policies and practices for sustainability. Soil Use Manag 21:141–151. https://doi.org/10.1111/J.1475-2743.2005.TB00418.X
22. Strokal MP, Kroeze C, Kopilevych VA, Voytenko LV (2014) Reducing future nutrient inputs to the Black Sea. Sci Total Environ 466–467:253–264. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2013.07.004
23. Tarariko O, Ilienko T, Kuchma T, Velychko V (2017) Long-term prediction of climate change impact on the productivity of grain crops in Ukraine using satellite data. Agric Sci Pract 4:3–13. https://doi.org/10.15407/AGRISP4.02.003
24. Thompson RM, Bond N, Poff NL, Byron N (2019) Towards a systems approach for river basin management–Lessons from Australia's largest river. River Res Appl 35:466–475. https://doi.org/10.1002/RRA.3242
25. van Puijenbroek PJTM, Beusen AHW, Bouwman AF (2019) Global nitrogen and phosphorus in urban waste water based on the Shared Socio-economic pathways. J Environ Manage 231:446–456. https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2018.10.048

# ESTIMAREA PROCESELOR DE AUTOPURIFICARE A APELOR NISTRENE ÎN PREZENȚA COMPUȘILOR TIOLICI (PERIOADA ANILOR 2015-2021)

***Vladislav Blonschi*, Viorica Gladchi, Gheorghe Duca***
*Universitatea de Stat din Moldova*
*str. A. Mateevici, 60, Chișinău MD 2009, Republica Moldova*
**Tel. (+373) 68126150; e-mail: blonschivlad@mail.ru*

## Introducere

Rețeaua hidrografică a Republicii Moldova include circa 3000 de râuri, dintre care 97,5% sunt râuri mici cu lungimea până la 25 km și circa 3000 de lacuri și iazuri [1]. Totalitatea corpurilor de apă fac parte din cele 3 bazine hidrografice ale țării, cel mai mare fiind bazinul fluviului Nistru. Acesta are suprafața de 19,2 mii km$^2$, fiind de 2,3 ori mai mare decât bazinul hidrografic al râului Prut și de 3,0 ori mai mare decât bazinul Dunăre-Marea Neagră.

Fluviul Nistru este cel mai mare râu transfrontalier pe teritoriul țării și reprezintă sursa majoră de aprovizionare cu apă a sectoarelor agricol, industrial și menajer. Pe cursul acestuia sunt amplasate mai multe orașe mari ca Soroca, Rezina, Chișinău, Tighina ș.a. Reieșind din cele expuse, este evidentă utilizarea rațională a apelor de suprafață și asigurarea conservării fluviului Nistru ca mediu de viață pentru hidrobionți.

Aprecierea corectă a stării ecologice a unui obiect acvatic necesită monitorizarea unui spectru amplu de parametri. Dintre aceștia face parte și conținutul echivalenților oxidativi și reducători, iar echilibrul dinamic dintre conținutul acestora este determinat de *starea redox a apelor* [2]. Echivalenții oxidativi sunt exprimați de peroxidul de hidrogen, prezența căruia asigură starea biologică valoroasă a apelor, pe când echivalenții reducători prezintă o gamă largă de compuși. Totuși, cei mai reprezentativi reducători sunt tiolii, compuși ce posedă o reactivitate înaltă grație grupei – SH [3].

Astfel, **scopul** prezentei cercetări constă în estimarea proceselor de autopurificare a apelor fluviului Nistru prin monitoringul conținutului de compuși tiolici.

## Metode și materiale utilizate

În scopul monitorizării conținutului de compuși tiolici în apele fluviului Nistru, în perioada anilor 2015-2021 au fost prelevate probe de apă pe cursul fluviului cu intensitatea de 5-7 ori pe an (Fig. 1).

Prizele de captare pe cursul fluviului au fost selectate în amonte și aval de vărsare a doi afluenți ai Nistrului, râurile Răut și Ichel, pentru a stabili, indirect, influența acestora asupra stării ecochimice a fluviului. Probele de apă au fost analizate în laborator în ziua prelevării.

Cuantificarea conținutului de compuși tiolici s-a efectuat utilizând metoda derivativă Ellman [4], cu unele adaptări pentru apele naturale de suprafață. Principiul metodei se bazează pe interacțiunea acidului 5,5'-ditiobis-(2-nitrobenzoic) (DTNB) cu grupa – SH din structura tiolilor, la pH=8, cu formarea acidului

**Fig. 1.** Prizele de captare a probelor de apă. 1 – Nistru, barajul de la Dubăsari, amonte de vărsare a r. Răut; 2 – Nistru, or. Criuleni, aval de vărsare a r. Răut, amonte de vărsare a r. Ichel; 3 – Nistru, or. Vadul lui Vodă, aval de vărsare a r. Ichel

2-nitro-5-tiobenzoic (TNB), care ulterior, la valoarea pH=8 disociază, cu formarea anionului $TNB^{2-}$, care are maximul de absorbție la lungimea de undă λ=412 nm (Fig. 2).

**Fig. 2.** Mecanismul de interacțiune a tiolilor cu acidul 5,5'-ditiobis-(2-nitrobenzoic) la pH=8

Datele experimentale obținute au fost interpretate utilizând baza teoretică din domeniile chimiei ecologice și chimiei apelor naturale.

## Rezultate și discuții

Rezultatele monitoringului efectuat în perioada anilor 2015-2021 în cele 3 prize de captare denotă prezența compușilor tiolici pe întreaga perioadă vizată. Concentrația tiolilor în toate obiectele acvatice monitorizate se încadrează în limitele $10^{-5}$-$10^{-6}$ M. Mediile anuale și cea multianuală pentru toate sistemele acvatice sunt de ordinul $10^{-6}$ M, cu excepția anului 2015 pentru priza de captare barajul de la Dubăsari (Tab. 1).

**Tabelul 1. Mediile anuale și cea multianuală ale concentrației compușilor tiolici în fluviul Nistru**

| Priza de captare | [R-SH]·10$^6$, M | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | Media multianuală |
| Fluviul Nistru, barajul de la Dubăsari | 10,37 | 2,77 | 4,86 | 3,26 | 4,53 | 2,58 | 1,43 | 4,26 |
| Fluviul Nistru, orașul Criuleni | 6,64 | 2,48 | 6,25 | 4,65 | 2,26 | 2,38 | 1,59 | 3,75 |
| Fluviul Nistru, orașul Vadul lui Vodă | 6,90 | 2,31 | 5,67 | 4,32 | 6,13 | 1,73 | 1,23 | 4,04 |

Efectuând o analiză comparativă a mediilor anuale în perioada de monitoring, în toate prizele de captare, se constată că doar mediile pentru anul 2021 diferă esențial de valorile pentru restul anilor. Explicația constă în aceea că anul 2021 a fost caracterizat de precipitații atmosferice abundente și temperaturi relativ scăzute. Precipitațiile atmosferice sunt surse importante de echivalenți oxidativi, cum sunt radicalii liberi, în special radicalii OH și peroxidul de hidrogen [5]. În ultimii 3 ani de monitoring, anii 2019 și 2021, în prizele de captare barajul de la Dubăsari și orașul Vadul lui Vodă s-a înregistrat o diminuare a mediei anuale de 3,2 ori pentru prima priză și de 5 ori pentru a doua. Mediile multianuale indică o ușoară diminuare a conținutului de tioli în apele Nistrului la intrarea în orașul Criuleni, după vărsarea apelor râului Răut, iar după deversarea celui de-al doilea afluent, râul Ichel, media practic revine la valoarea fixată inițial (4,26·10$^6$, M).

Trebuie de accentuat că concentrațiile determinate sunt staționare, din cauza complexității proceselor ce decurg în apele naturale. Conținutul compușilor tiolici nu este reglementat și diferă mult de la un corp de apă la altul. Spre exemplu, în apele mărilor și oceanelor conținutul de tioli variază într-un interval foarte mare, între $10^{-3}$ M și $10^{-12}$ M. În apele râurilor și lacurilor, situate în diferite zone geografice, conținutul tiolilor variază în limitele $10^{-6}$-$10^{-10}$ M [6, 7]. Parametrii ce influențează concentrația tiolilor sunt diverși, precum biologici (procesele metabolice, de detoxifiere), chimici (procesele redox, redox catalitice, fotochimice), fizici (procesele de sorbție). Astfel, concentrațiile staționare de tioli determinate în apele fluviului Nistru se încadrează în intervalul întâlnit în literatura de specialitate.

Datele experimentale privind conținutul de tioli nu permit estimarea proceselor de autopurificare a obiectului acvatic cercetat, în condițiile lipsei unui interval îngust de valori tipice. Din acest motiv, rezultatele obținute au fost interpretate după caracterul sezonier, luând în considerare activitatea biologică a hidrobionților, deoarece anume procesele biologice de autopurificare sunt dominante în orice sistem acvatic. O astfel de interpretare permite determinarea naturii tiolilor (naturali sau de origine antropică). Astfel, pe timp de vară, perioadă în care activitatea biologică este maximă și conținutul tiolilor trebuie să fie ridicat și invers, în perioadele mai reci, primăvara și toamna, conținutul tiolilor trebuie să fie scăzut.

În punctul de prelevare *barajul de la Dubăsari* nu a fost atestată o variație sezonieră firească în anii 2018 și 2019, primăvara fiind determinate concentrații maxime (Fig. 3).

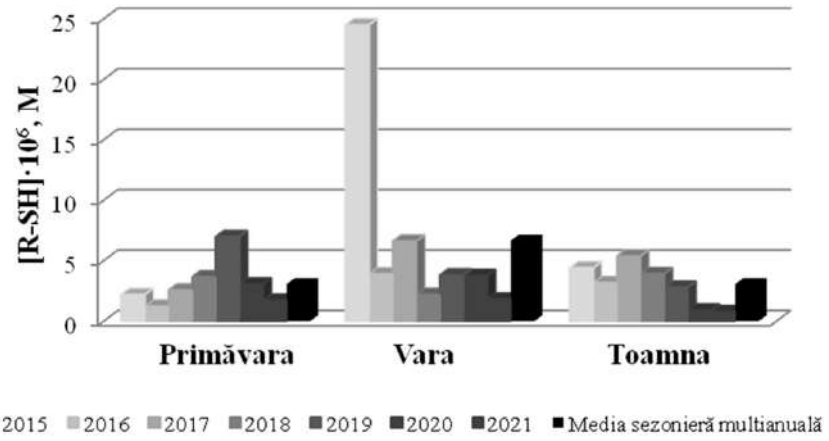



**Fig. 3.** Variația sezonieră multianuală a conținutului de compuși tiolici în punctul de prelevare *fluviul Nistru, barajul de la Dubăsari*, în perioada anilor 2015-2021

Lipsa variației sezoniere firești indică asupra unei intensități scăzute a proceselor de autopurificare, respectiv asupra dominanței compușilor reducători. După deversarea apelor Răutului în fluviul Nistru, în al doilea punct de captare nu a fost înregistrată variație sezonieră firească în anul 2019 (Fig. 4).

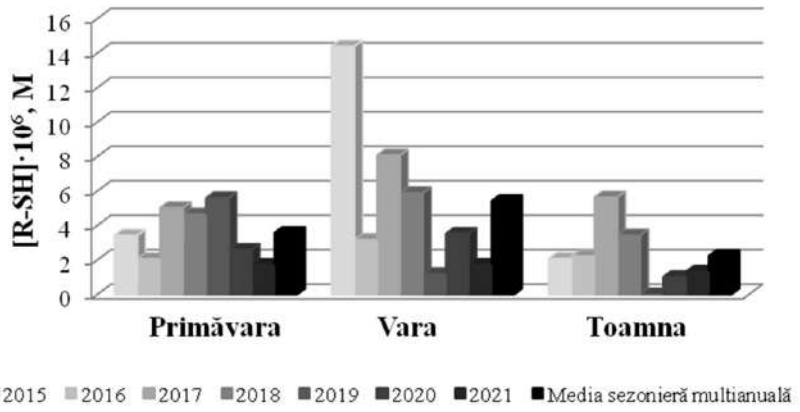



**Fig. 4.** Variația sezonieră multianuală a conținutului de compuși tiolici în punctul de prelevare *fluviul Nistru, orașul Criuleni*, în perioada anilor 2015-2021

Anul 2021 este caracterizat prin aceleași medii sezoniere primăvara și vara, explicație fiind precipitațiile atmosferice, care au accelerat procesele chimice de autopurificare grație cantităților suplimentare de echivalenți oxidativi.

Legitate identică s-a atestat și în al treilea punct de prelevare pe cursul fluviului, lipsa variației sezoniere atestându-se doar în anul 2019, iar pe parcursul anului 2021, pe timp de vară concentrațiile sunt aproximative cu cele din primăvară (Fig. 5).

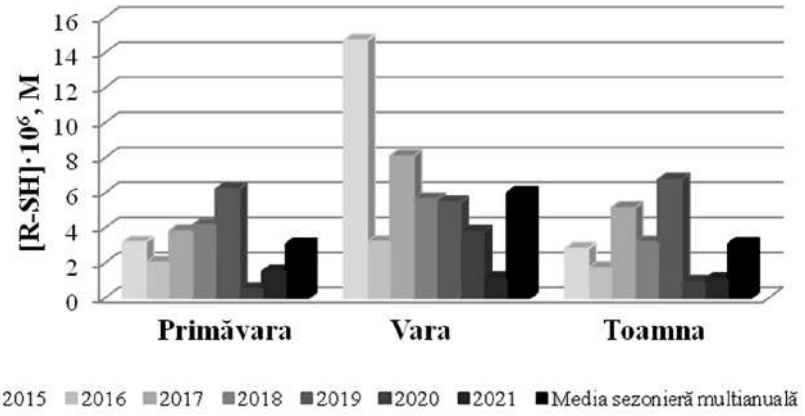



**Fig. 5.** Variația sezonieră multianuală a conținutului de compuși tiolici în punctul de prelevare *fluviul Nistru, orașul Vadul lui Vodă*, în perioada anilor 2015-2021

Prin urmare, se constată variația sezonieră a compușilor tiolici în apele fluviului Nistru, ceea ce indică asupra provinienței naturale a acestor reducători care participă în procesele biochimice firești, cu excepția anului 2019, perioadă în care capacitatea de autopurificare a fluviului a fost scăzută.

## Concluzii

1. A fost estimată capacitatea de autopurificare a apelor fluviului Nistru prin monitoringul compușilor tiolici, concentrația cărora a variat în limita ordinului $10^{-6}$ M, ceea ce se încadrează în valori tipice pentru apele naturale de suprafață.
2. Rezultatele obținute denotă o ușoară diminuare a conținutului de tioli pe parcursul ultimilor ani de monitoring în limita aceluiași ordin, pe cursul fluviului în preajma orașelor Criuleni și Vadul lui Vodă, ceea ce indică o intensitate satisfăcătoare a proceselor de autopurificare.

3. În toate trei prize de captare a fost înregistrată variația sezonieră firească a compușilor tiolici, cu excepția anului 2019, astfel se poate deduce despre proviniența naturală a tiolilor în fluviul Nistru.

**Notă**: Lucrare elaborată în cadrul proiectului "*Mecanisme fizico-chimice a proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu*", Cifrul 20.80009.5007.27

**Referințe**

1. Горячева Н.В., Дука Г.Г. *Гидрохимия малых рек Республики Молдова*. Кишинэу: Изд.-полигр. центр Молд. гос. ун-та, 2004, 288 с. ISBN 9975-70-471-9.
2. Gladchi V. *Transformări catalitice și starea redox a mediului ambiant*: *Monografie.* Chișinău: CEP USM, 2018. 212 p. ISBN 978-9975-71-996-4.
3. Blonschi V., Gladchi V., Duca Gh. *Participarea substanțelor tiolice în procese de autopurificare chimică a apelor naturale: Monografie*. Chișinău: CEP USM, 2022. 138 p. ISBN 978-9975-159-45-6.
4. Ellman G.L. Tissue sulfhydryl groups. In: *Arch. Biochem. Biophys*. 1959, № 82, pp. 70-77. DOI: 10.1016/0003-9861(59)90090-6.
5. Marinoni A., Parazols M., Brigante M., Deguillaume L., Amato P., Delort A.M., Laj P., Mailhot G. Hydrogen peroxide in natural cloud water: Sources and photoreactivity. In: *Atmospheric Research.* 2011, Vol. 101(1-2), pp. 256-263. DOI: 10.1016/j.atmosres.2011.02.013.
6. Laglera L., Van den Berg C.M.G. Copper complexation by thiol compounds in estuarine waters. In: *Marine Chemistry*. 2003, 82, pp. 71-89. DOI: 10.1016/S03044203(03)00053-7.
7. Zhang J., Wang F., House J.D., Page B. Thiols in wetland interstitial waters and their role in mercury and methylmercury speciation. In: *Limnol. Oceanogr.* 2004*,* 49(6), pp. 2276–2286. DOI: 10.4319/lo.2004.49.6.2276.

## КАК УЛУЧШИТЬ КАЧЕСТВО СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ГИМНАЗИЯХ И ЛИЦЕЯХ МОЛДОВЫ

***Ирина Блохина***
*Кишиневский лицей им. И.С. Нечуя-Левицкого*
*Ул. Пеливан 26, Кишинев 2051*
*Тел. (+37379232132); e-mail: lapka.64@mail.ru*

Экологическое образование – это распространение знаний о законах природы, пополнение и применение своих знаний для решения насущных проблем страны и общества в целом. Это воспитание связи человека с его природным и рукотворным окружением.

Экологическое образование приводит человека от информированности к экологической грамотности и ответственности. Это непрерывный процесс повышения экологической культуры. Это понимание деятельности неправительственных экологических организаций и установление партнерства с ними. Это новый смысл современного образования, нацеленный, в конечном счете, на сохранение человеческой цивилизации. Это изменение системы ценностей, приоритетов и изменение стиля жизни.

Показателями экологической культуры школьников и молодежи служат:

1. Освоение навыков «здорового» (неразрушающего) общения с природой.
2. Выполнение научных экологических исследований.
3. Практическая деятельность по исследованию природы родного края и сохранению ее.
4. Потребность в постоянном общении с природой.

Школьная программа на сегодняшний день построена так, что экологическим образованием заняты сразу несколько дисциплин: физика, химия, география, биология и познание мира. Но сегодня школьная программа напрочь «оторвана» от практической деятельности и от самой природы в целом.

Если мы вспомним свои школы, в которых учились в прошлом веке, где были приусадебные участки, на которых ученики всегда что-то выращивали, зооуголки, где за животными наблюдали, ухаживали и любили, сады и парки, которые из года в год школьники обихаживали, окапывали, рассаживали, то становится грустно. Ныне дети лишены возможности общения с живыми существами.

Ведь ничего этого не осталось, особенно в городских школах, а из уроков биологии изъяли почти полностью даже те немногие экскурсии на природу, которые в них были.

Что мы получаем в итоге? Большинство школьников совсем потеряли интерес к знаниям, а лучшие учащиеся «наполнены» теоретическими знаниями и полностью оторваны от природы, от практической деятельности, о которой говорилось выше. Как же можно говорить об экологической культуре современного молодого человека и общества?

Есть ли выход? Конечно. И я думаю, что их несколько. Расскажу о некоторых возможностях, которые практикуем мы с моими учениками теоретического лицея им. Нечуя-Левицкого г. Кишинева.

Считаю важным и необходимым партнерство с экологическими неправительственными организациями. Такими, как Eco-Tiras, например, помогающими восполнить в современной молодежи пробелы экологического воспитания и образования, которых не может дать современная школа.

Наш лицей сотрудничает с Eco-Tiras – хранителями Днестра – уже 15 лет. Что мы смогли сделать за это время? Очень много очень интересных дел. И стараемся участвовать в них как можно качественнее и чаще.

Eco-Tiras уже 15 лет практикует летние школы для ребят, увлеченных биологией и экологией, в частности. И я, и мои ребята участвуем в них на протяжении всех этого времени. Здесь происходят встречи с ведущими учеными Молдовы, которые рассказывают ребятам о проблемах почв, лесов, рек, флоры и фауны страны. Где вы сможете еще услышать это «из первых уст»? Я сама, как преподаватель, конспектирую эти лекции, чтобы рассказать об этом на уроках всем своим ученикам, кто не смог попасть в летнюю школу. В каждой летней школе участвуют 70 ребят с равным представительством правого и левого берегов. Таким образом, эти школы способствуют укреплению доверия между молодежью двух берегов. Иногда участвуют и ребята и тренеры из городов бассейна Днестра, расположенных в Украине.

Доктор биологии И.В. Шубернецкий на экологической тропе

А еще летняя школа выезжает на экскурсии по стране – в Старый Орхей, Бендерскую крепость, Зоологический музей Молдавского госуниверситета, заповедники… Да и сама летняя школа проводится прямо на берегу Днестра. А какие мастер-классы проводятся в летней школе! Здесь и туризм, и первая доврачебная помощь пострадавшему, и первые уроки профессиональной фотографии, и навыки работы в команде, и создание экосумок и экофутболок, и изучение английского. А иногда мы собираем пластиковый мусор в округе, стараясь помочь хоть чем-то родной природе.

Доктор истории М. Ткачук о столице Золотой орды в Старом Орхее в 14 веке

И обязательной в школе стала деловая игра, где ребята стараются «по-взрослому» решить какую-нибудь насущную экологическую проблему сегодняшней Молдовы или мира. Переоценить этот практический опыт невозможно. Дебаты разгораются нешуточные. А для

этого нужно изучить практический и юридический материал, хорошо подготовиться и «влезть в шкуру» молдавского чиновника или бизнесмена, или журналиста. Очень важно воспитывать активного гражданина. На летних школах есть такая возможность. Мы выбираем актуальную сегодня проблему, вместе анализируем и даем рекомендации. Так, в 2022 году это был законопроект о строительстве временных причалов на реках Днестр и Прут. Ребята самостоятельно детально изучили этот законопроект, опубликованный на сайте парламента, выявили угрозы окружающей среде, которые он несет, и дали рекомендации, которые были разосланы президенту страны, председателю парламента и всем членам правительства.

Пройден этап байдарочной экспедицией

Более 20 лет Eco-Tiras практикует летние экспедиции на байдарках по Днестру с целью изучения родной страны. И мы, по возможности, стараемся в них участвовать. Каждому, и учителю, и ученику хочется увидеть своими глазами мир, в котором мы живем, прикоснуться своими руками к родной природе, историческим памятникам, святыням древности родной Молдовы, побродить туристическими тропами, помахать веслами, наконец. И с нами наравне идут ученые АН Молдовы. Они знакомят с растительным и животным миром бассейна Днестра, рассказывают о последних достижениях в экологии, рассказывают о тех проблемах, над которыми они работают в своих лабораториях. Это неоценимо для пытливого ума. Будь то ученик или учитель, все едино. Потом на уроках ребята все это воспроизводят, приводя в изумление своих одноклассников.

Посадка дубов в заповеднике Ягорлык

Периодически Eco-Tiras предлагает ребятам создавать природоохранные проекты и находит возможности для их реализации. Можно почистить колодцы в родном селе, можно написать проект по облесению или сохранению речек в своем регионе или можно нарисовать мурал «Красная Книга РМ», сделав общедоступными редких и исчезающих организмов. А еще ребята придумывают экоконцерты и курсы лекций по ликвидации экологической безграмотности. Им тоже хочется поделиться полученными знаниями со всеми жителями Молдовы.

Периодически Eco-Tiras предлагает школьникам участвовать в проектах по посадке деревьев (например, в заповеднике Ягорлык) или в других регионах по берегам Днестра. И здесь мы с моими учениками стараемся соответствовать. Каждый проникается сознанием важности выполняемого дела. А кроме того, это весело, это поддерживает дух коллективизма и это еще одна важная часть общения с природой.

13 лет подряд Eco-Tiras, а вместе с ним и школьники всей Молдовы участвуют в международном конкурсе «Акварели Днестра». Здесь каждый молодой человек или девушка от 7 до 22 лет может дать

волю собственному творчеству и фантазии, написав статью, создав слайд-шоу, написав песню, стихотворение, создав рисунок или экологический плакат, посвященный красоте или проблемам нашей самой большой и прекрасной реке – Днестру. Мои ученики всегда среди первых. Ведь рассказать о важности и нужности такого участия – мой священный педагогический долг. И помочь, и направить, и победить. И таких учителей и учеников в нашей стране сотни. Хвала им.

Eco-Tiras проводит экологические конференции, семинары, лекции и тренинги для ученых, учителей, заинтересованных людей, где можно узнать много нового в природоохранной области, в области биологии, экологии и экологического образования, попробовать и «отточить» свои профессиональные навыки, передать своим ученикам новые знания и опыт, которых пока в учебниках нет. Кстати сказать, и учебников-то у нас тоже нет, и уже 4-ый год кряду.

Ну и конечно, самые достойные, самые умные, самые способные попадают на различные экологические конференции по всему миру. Учителя и ученые могут обменяться опытом со своими коллегами в разных странах. Мои ученики были в Одессе на научной конференции с докладами, печатали свои работы в научных сборниках. Я, как учитель биологии, была в Эстонии по программе обмена опытом экологического образования. Как много нового и интересного я там увидела! И как много я рассказала об увиденном своим школьникам! Мне нравится, как у них загораются глаза, когда я им передаю свой практический опыт. Ведь учитель – это самая консервативная профессия. Но хороший учитель должен быть всегда в гуще событий.

Школьники и учителя приобретают новый неоценимый опыт в деле изучения и преподавания экологии. Здесь-то и заполняются пробелы нашей современной экологической грамотности. Конечно, не все школьники могут в этом участвовать. Но кто хочет, обязательно сможет. Если он, действительно, заинтересован, если он много знает, много делает и хочет что- то изменить в современном мире, сделать его лучше, чище, здоровее и добрее.

## МАКРОЗООБЕНТОС ЗАПОВЕДНИКА «ЯГОРЛЫК» В 2010-2022 ГГ.

***Дину Богатый***
*ПГУ им. Т.Г.Шевченко*
*ул. 25 Октября, 128, Тирасполь, Молдова*
*Тел. +37377853668; dinuves@mail.ru*

### Введение

Ягорлыкская заводь, являясь частью Дубоссарского водохранилища, образовалась в результате постройки плотины Дубоссарской ГЭС и образования водохранилища в каньоне реки Ягорлык в 1954-1955 гг. С 1988 г. заводь является территорией заповедника «Ягорлык», занимая большую часть его площади. В связи с этим, исследования макрозообентоса Ягорлыкской заводи являются важной частью фаунистических исследований в заповеднике в целом [3].

Объектом исследования являются донные беспозвоночные Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык». Предметом данного исследования является динамика развития донной фауны Ягорлыкской заводи.

### Материалы и методы

Материалом для исследований послужили пробы зообентоса, собранные на акватории Ягорлыкской заводи на семи условных станциях («Устье», «Цыбулевка», «Старый мост», «База», «Перешеек», «Дойбаны» и «Сухой Ягорлык»). Для сбора проб использовали дночерпатель Петерсена с площадью захвата грунта 0,025 м. Обработку проб проводили по общепринятой методике [2, 4]. Исследования проводили в период 2010-2021 гг.

### Результаты

Донная фауна заповедника «Ягорлык» представлена, в основном, «мягким» зообентосом, то есть донными беспозвоночными лишенными твердого панциря. Значительная часть «мягкого» зообентоса

представлена олигохетами (Oligochaeta) и личинками хирономид (Chironomidae) Также, довольно многочисленны личинки насекомых рода Chaoborus, которые никогда не попадались в бентосных пробах,отобранных в Дубоссарском водохранилище.

Фауна кольчатых червей Ягорлыкской заводи представлена, в основном, олигохетами. Их наибольшая численность зарегистрирована в 2010 г. и составила 2415 экз./м$^2$ с биомассой 2,75 г/м$^2$. Минимальная – в 2013 г. (рис. 1).

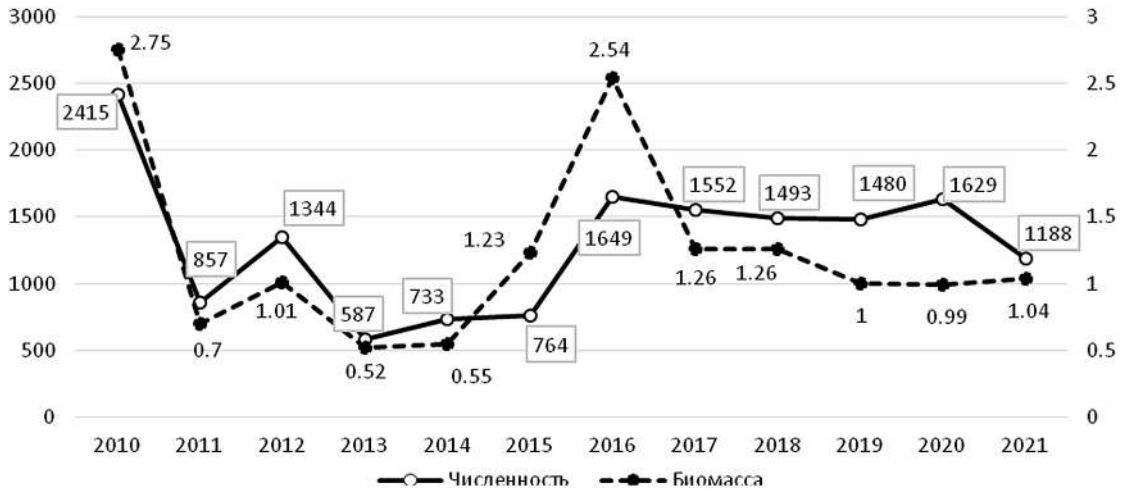



**Рис. 1.** Динамика численности (экз./м$^2$) и биомассы (г/м$^2$) олигохет заповедника «Ягорлык» в 2010-2021 гг.

Средняя численность олигохет за период исследований 2010-2021 гг. составила 1310 экз./м$^2$ с биомассой 1,24 г/м$^2$.

Что касается распределения олигохет по акватории заводи, то их наибольшая средняя численность за период 2010-2021 гг. наблюдалась в районе станции «Устье». Минимальная численность зафиксирована на станции «Сухой Ягорлык» (таблица 1). Это обусловлено преимущественно известняковым характером грунта и сезонными колебаниями уровня воды, что при небольшой глубине в это районе этой станции, создаёт неблагоприятные условия аннелид.

**Таблица 1. Распределение макрозообентоса по акватории Ягорлыкской заводи в 2010-2021 гг.**

| Группа зообентоса | База | Перешеек | Старый Мост | Дойбаны | Сухой Ягорлык | Цыбулевка | Устье | среднее |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Олигохеты | 1450*<br>1,14** | 1312<br>0,87 | 1054<br>0,69 | 878<br>0,62 | 674<br>0,45 | 1682<br>1,51 | 2123<br>3,39 | 1310<br>1,24 |
| Пиявки | 2<br>0,01 | -*** | 1<br>0,001 | 1<br>0,01 | 2<br>0,02 | - | - | 1<br>0,01 |
| Хирономиды | 1087<br>7,26 | 700<br>7,68 | 570<br>3,52 | 371<br>3,43 | 845<br>3,72 | 626<br>5,84 | 741<br>6,05 | 706<br>5,36 |
| Высшие ракообраз-ные | 12<br>0,05 | 14<br>0,02 | 12<br>0,01 | 2<br>0,003 | 43<br>0,06 | 243<br>1,36 | 448<br>2,09 | 111<br>0,51 |
| Ceratopogon | 57<br>0,19 | 57<br>0,36 | 36<br>0,11 | 33<br>0,16 | 34<br>0,14 | 51<br>0,12 | 30<br>0,07 | 43<br>0,16 |
| Trichoptera | 6<br>0,01 | - | - | 56<br>0,08 | 4<br>0,02 | 15<br>0,05 | 3<br>0,01 | 12<br>0,02 |
| Heteroptera | 27<br>0,03 | - | - | 2<br>0,001 | 34<br>0,01 | 2<br>0,001 | 1<br>0,001 | 9<br>0,01 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Chaoborus | 216<br>0,59 | 247<br>0,65 | 215<br>0,56 | 54<br>0,19 | 144<br>0,43 | 41<br>0,11 | 65<br>0,25 | 140<br>0,4 |
| Odonata | 4<br>0,56 | - | - | 1<br>0,001 | - | - | - | 1<br>0,08 |
| Sialidae | - | - | - | - | - | - | 1<br>0,04 | 0,14<br>0,01 |
| Ephemero-ptera | 2<br>0,004 | - | - | 1<br>0,0001 | - | 2<br>0,0001 | 1<br>0,002 | 1<br>0,001 |
| Моллюски | 1<br>0,39 | 1<br>1,04 | 84<br>36,99 | - | 167<br>231,75 | 1158<br>439,44 | 1914<br>731,98 | 475<br>205,94 |
| «Мягкий» зообентос | 2863<br>9,84 | 2329<br>9,58 | 1888<br>4,9 | 1399<br>4,49 | 1781<br>4,86 | 2664<br>8,99 | 3412<br>11,9 | 2334<br>7,79 |
| Общий зообентос | 2864<br>10,23 | 2330<br>10,62 | 1972<br>41,9 | 1399<br>4,49 | 1952<br>236,61 | 3822<br>448,43 | 5326<br>743,88 | 2809<br>213,74 |

** – численность (экз./м²; ** – биомасса (г/м²); *** – в пробах отсутствуют*

В процентном отношении олигохеты, в период 2010-2021 гг., составили по численности 56% от «мягкого» и 47% от общего зообентоса Ягорлыкской заводи.

Полихеты в пробах за период исследований 2009-2021 гг. не были обнаружены, но они регулярно попадаются в бентосные пробы Дубоссарского водохранилища.

Также, среди кольчецов в пробы, в единичных экземплярах, попадались пиявки. Они были найдены на станциях «База», Старый мост», «Дойбаны» и «Сухой Ягорлык» (табл. 1). Их средняя численность за период 2010-2021 составила всего 1 экз./м² с биомассой 0,01 г/м².

Личинки хирономид, вместе с олигохетами, формируют олигохетно-хирономидный комплекс, который составляет основу «мягкого» бентоса. Несмотря на то, что численность хирономид меньше численности олигохет, они всё же определяют большую часть биомассы «мягкого» зообентоса, что объясняется высокой индивидуальной массой каждой особи. Доля хирономид составила 30% по численности и 41% по биомассе от «мягкого» зообентоса. Высокая доля биомассы хирономид от «мягкого» зообентоса объясняется наличием в популяции данной группы зообентоса личинок комаров вида *Chironomus plumosus*. Минимальную численность личинок хирономид наблюдали в 2013 году, а максимальную – в 2011 г. (рис. 2).

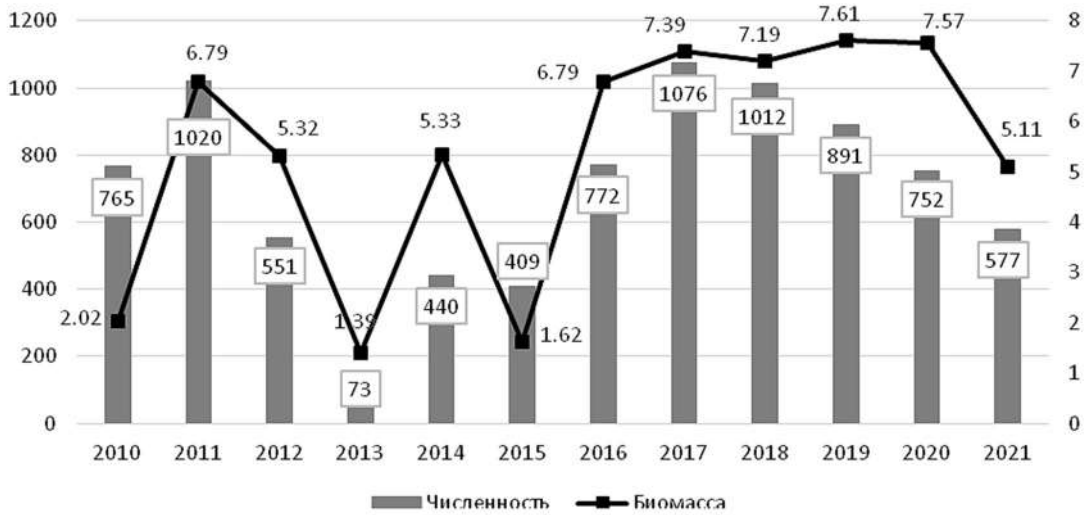



**Рис. 2.** Динамика численности (экз./м²) и биомассы (г/м²) хирономид Ягорлыкской заводи в период 2010-2021 гг.

Что касается распределения олигохет по акватории заводи, то наибольшая средняя численность хирономид в период 2010-2021 гг. была зафиксирована на станции «База», а минимальная – на станции «Дойбаны» (табл. 1).

В первом случае, высокая численность обусловлена большим содержанием растительного детрита на станции «База». Во втором случае, обилие разлагающегося птичьего помета на станции «Дойбаны», ухудшает кислородный режим, что неблагоприятно сказывается не только на численности хирономид, но и на всех остальных группах донных гидробионтов.

Высшие ракообразные в Ягорлыкской заводи, в бентосных пробах, были представлены амфиподами (Amphipoda), мизидами (Mysida) и кумовыми (Cumacea). Наибольшая численность высших ракообразных зафиксирована в 2015 году и составила 345 экз./м$^2$, а минимальная – в 2011 г. (рис. 3).

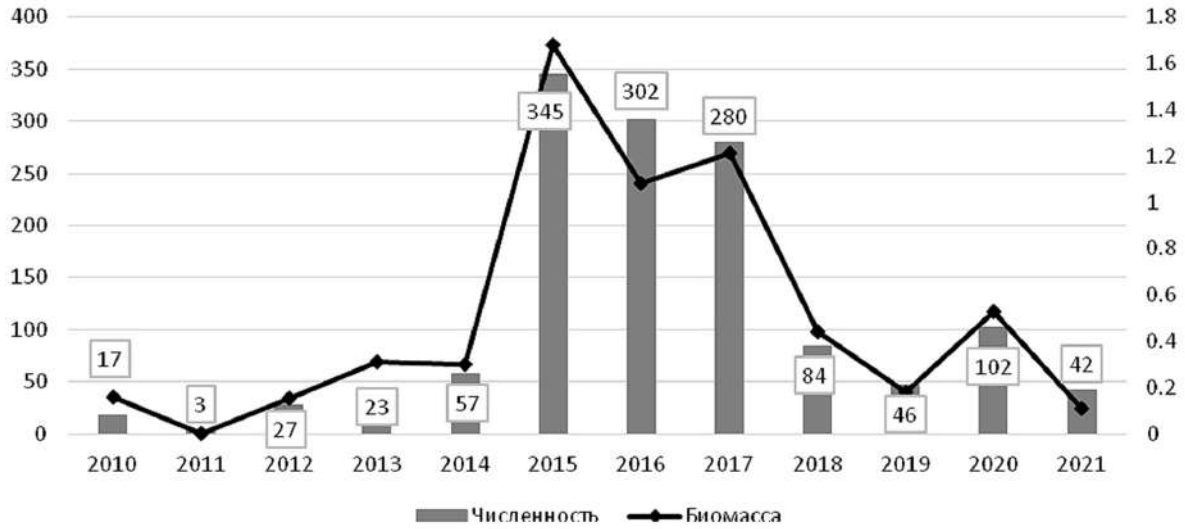



**Рис. 3.** Динамика численности (экз./м$^2$) и биомассы (г/м$^2$) высших ракообразных Ягорлыкской заводи в период 2010-2021 гг.

По акватории заводи высшие ракообразные распределены неравномерно. В больших количествах они были найдены в бентосных пробах на станциях «Устье» и «Цыбулевка». Предположительно, это связанно с более высокой численностью моллюска *Dreissena polymorpha* на данных стациях, что подтверждает наличие симбиотических связей между амфиподами и двустворчатыми моллюсками [1]. На остальных станциях численность и биомасса ракообразных существенно ниже, что объясняется меньшей численностью бентосной популяции дрейссены, а также сильно отличающимися здесь условиями обитания на данных станциях (например, тип грунта, глубина, скорость течения и температура воды).

Долевой состав высших ракообразных Ягорлыкской заводи за период 2010-2021 гг.: амфиподы – 92%, кумовые – 6%, мизиды – 2% от общей численности высших ракообразных заводи.

Личинки поденок (*Ephemeroptera*) были найдены в небольшом количестве в пробах 2010 года на станциях «Дойбаны и «Устье», в пробах 2011 года на станции «Цыбулевка», а также в 2021 году на станции «База» (таблица 1).

Личинки коретр (Chaoboridae) и мокрецов (Ceratopogonidae) встречаются в Ягорлыкской заводи в небольшом количестве, но они распределены равномерно по всей акватории водоема. Средние численности коретр и мокрецов за период 2010-2021 гг. составили 140 и 43 экз./м$^2$, соответственно (табл. 1). В 2010 году на станции «Устье» был найден один экземпляр вида *Sialis lutaria.* В 2010 и 2021 годах были найдены личинки стрекоз (Odonata) на станциях «Дойбаны» и «База» соответственно. Также, в пробы попадались личинки ручйников (Trichoptera) (табл. 1).

Средняя численность «мягкого» зообентоса существенно колебалась в течении периода 2010-2021 гг. Размах вариации численности составлял 2537 (максимальная численность 3382 экз./м$^2$ в 2010 г. – минимальная численность 845 экз./м$^2$ в 2013 г.) (рис. 4). Средние показатели численности и биомассы «мягкого» зообентоса за период 2010-2021 гг. составили 2334 и 7,79 соответственно.

Моллюски представлены в основном видом *Dreissena polymorpha*, максимальная численность которого была зафиксирована на станции «Устье» в 2014 г. (3373 экз./м$^2$ с биомассой 875,57 г/м$^2$). Относительно большая постоянная численность дрейссены сохраняется также на станции «Цыбу-

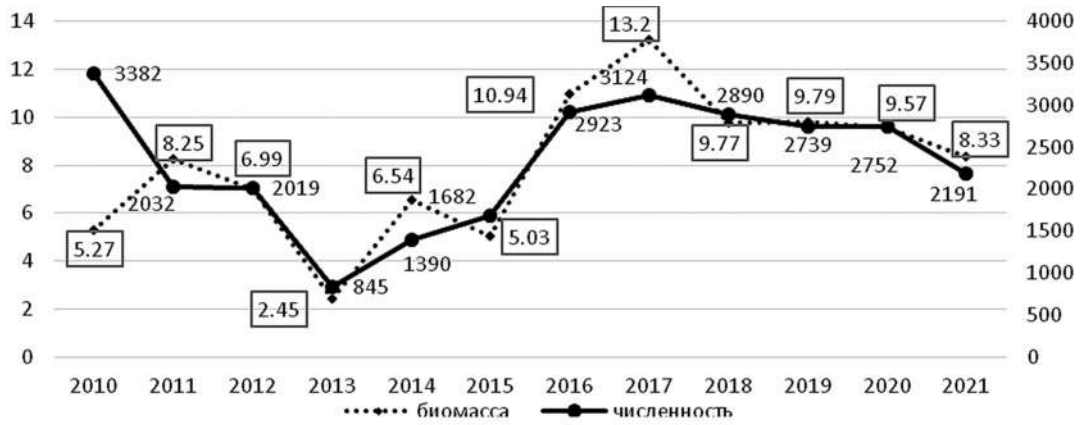



**Рис.4.** Динамика численности (экз./м$^2$) и биомассы (г/м$^2$) «мягкого» зообентоса Ягорлыкской заводи в период 2010-2021 гг.

левка», что, предположительно, связано с благоприятным влиянием Дубоссарского водохранилища на кормовую базу и кислородный режим данных секторов Ягорлыкской заводи.

В пробах также были найдены представители родов *Anodonta* («Сухой Ягорлык»), *Unio* («Сухой Ягорлык», «Старый мост») и *Viviparus* («Перешеек», Старый мост).

Максимальная численность донных моллюсков в период 2010-2021 гг. была зафиксирована в 2017 г., минимальная – в 2011 г. (рис. 5).

**Рис. 5.** Динамика численности (экз./м$^2$) и биомассы (г/м$^2$) донных моллюсков Ягорлыкской заводи в период 2010-2021 гг.

Общая доля дрейссены относительно общего макрозообентоса заводи, за период 2010-2021 гг., составила 14% по численности и 64% по биомассе.

Средняя численность общего зообентоса Ягорлыкской заводи за период 2010-2021 гг. составила 2809 экз./м$^2$ со средней биомассой 213,74. Максимальная численность приходиться на 2017 г. (4444 экз./м$^2$), минимальная – на 2013 г. (1243 экз./м$^2$). Максимальная биомасса общего зообентоса приходится на 2015 г. (684,21 г/м$^2$), что обусловлено большей долей моллюсков в составе донной фауны.

## Выводы

1. По численности в общем зообентосе преобладают олигохеты и хирономиды. По биомассе в общем зообентосе преобладают моллюски, что объясняется их относительно высокой индивидуальной массой.
2. Наибольшая численность общего зообентоса приходится на 2017 год, наименьшая – на 2013 г. Наибольшая биомасса общего зообентоса приходится на 2015 г.
3. Станции «Устье» и «Цыбулевка подвержены влиянию Дубоссарского водохранилища, что выражается в бурном развитии популяции *Dreissena polymorpha* и амфипод, а также в более высоком биоразнообразии донной фауны на станции «Устье».

4. В Ягорлыкской заводи характер донных отложений отличается в зависимости от станции, поэтому состав донной фауны существенно отличается на разных секторах водоема.
5. Наиболее благоприятными для развития донной фауны секторами Ягорлыкской заводи являются станции «Устье» и «Цыбулевка». Наименее благоприятным является сектор в районе станции «Дойбаны».

### Литература


1. Дедю И.И. Амфиподы пресных и солоноватых вод юго-западного СССР. Кишинев: Штиинца, 1980. – 224 с.
2. Жадин В.И. Методика гидробиологических исследований. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. – 190 с.
3. Заповедник «Ягорлык». План реконструкции и управления как путь сохранения биологического разнообразия / Науч. ред. Г.А. Шабанова. Дубоссары: Eco-TIRAS, 2011. – 128 с.
4. Ghid de prelevare a probelor hidrochimice și hidrobiologice. Chișinău: Elan Poligraf, 2015. 64 p.


## ХИМИЯ МЕТАЛЛОВ ПРИРОДНЫХ ВОД СКВОЗЬ ПРИЗМУ КОРРЕЛЯЦИОННОГО И РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА


***Руслан Бородаев***

*Молдавский государственный университет*

*Ул. А. Матеевича, 60, Кишинев, МД-2009, Республика Молдова*

*Тел.(+373)79503937; e-mail: borusiv@mail.ru*


### Введение

Химия металлов природных вод считается перспективным научным направлением, где на основании комплексного учета гидрологического, биогеохимического, математико-статистического аспектов устанавливаются закономерности миграции металлов и с учетом самоочищающей способности водной экосистемы решается одна из важнейших на сегодняшний день задач – поиск путей сохранения чистоты водоемов. В качестве водной экосистемы была выбрана главная водная артерия Республики Молдова – река Днестр, средний и нижний ее участки. Исследование включало обработку базы данных 2006-2019 годов, содержащей информацию о количестве различных форм миграции железа и меди, показателях качества природной воды (Eh, pH, $rH_2$, температуре воды, мутности, ХПК и др.) на участке Днестра от створа Наславча до створа Вадул-луй-Водэ, методами корреляционного и регрессионного анализа.

### Материалы и методы

Выделение различных форм миграции железа и меди проводили методом мембранного фильтрования проб воды Днестра, получая взвешенные формы миграции металлов (ВФ) с размером частиц > 0.45 мкм, остававшиеся на фильтрах, и фильтраты растворенно-коллоидных форм (РКФ) миграции с размером частиц < 0.45 мкм. Фильтры затем растворяли в смеси серной и азотной кислот, фильтраты концентрировали вымораживанием, после чего производили пламенный атомно-абсорбционный анализ полученных растворов на приборе IL-551 на присутствие железа и меди. Другие показатели качества днестровской воды на момент отбора проб определяли стандартными и другими широко известными методами.

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенного корреляционного и регрессионного анализа были выявлены сильные (коэффициент корреляции > 0.7) статистически достоверные линейные корреляционные связи между различными формами миграции металлов и показателями качества днестровской воды для шести створов Среднего Днестра и двух створов Нижнего Днестра. Результаты представлены в таблицах 1-2.

**Таблица 1. Результаты корреляционного и регрессионного анализа для Среднего Днестра**

| Название створа | Виды корреляций |
|---|---|
| НАСЛАВЧА | $Cu_{РКФ}$=f(Мутность); $Cu_{ВФ}$=f($Fe_{ВФ}$); $Fe_{РКФ}$=f($Cu_{РКФ}$); $Fe_{ВФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{РКФ}$=f(pH); pH=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{РКФ}$= f($T_{ВОДЫ}$) |
| МЕРЕШЕВКА | $Cu_{РКФ}$=f($Fe_{ВФ}$); $Cu_{ВАЛ}$=f($ХПК_{НФ}$); $Fe_{ВФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{РКФ}$=f(pH); $Fe_{РКФ}$= f($ХПК_{Ф}$); $Fe_{РКФ}$= f(Eh); $Fe_{РКФ}$= f($Fe_{ВФ}$); $Fe_{РКФ}$= f($rH_2$) |
| КОСОУЦЫ | $Cu_{РКФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Cu_{РКФ}$= f($Fe_{ВФ}$); $Cu_{ВАЛ}$=f($ХПК_{НФ}$); $Cu_{РКФ}$= f($ХПК_{Ф}$); $Cu_{ВФ}$= f(Мутность); $Fe_{ВФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{РКФ}$= f(Eh); $Fe_{РКФ}$= f(БПК); Мутность=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{ВАЛ}$=f($ХПК_{НФ}$); $Fe_{РКФ}$= f(Мутность) |
| БОШЕРНИЦА | $Cu_{РКФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Cu_{РКФ}$=f($Fe_{ВФ}$); $Cu_{РКФ}$=f(Мутность); $Cu_{РКФ}$= f(pH); $Cu_{ВФ}$=f($Fe_{ВФ}$); $Cu_{РКФ}$= f(Eh); $Cu_{РКФ}$= f($rH_2$); $Fe_{ВФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{РКФ}$=f(pH); Мутность=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{ВФ}$= f(Мутность) ; $Fe_{РКФ}$= f($Fe_{ВФ}$); $Fe_{ВАЛ}$=f($ХПК_{НФ}$) |
| ДУБОССАРЫ В.П. (выше плотины ГЭС) | $Cu_{РКФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Cu_{РКФ}$=f(Мутность); $Cu_{РКФ}$= f(pH); $Cu_{ВАЛ}$=f($ХПК_{НФ}$); $Cu_{РКФ}$= f(Eh); $Fe_{РКФ}$=f($Cu_{РКФ}$); $Cu_{ВФ}$= f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{ВФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{РКФ}$= f($ХПК_{Ф}$); $Fe_{РКФ}$= f(Eh); $Fe_{РКФ}$= f(БПК); $Fe_{ВФ}$= f(Мутность) |
| ДУБОССАРЫ Н. П. (ниже плотины ГЭС) | $Cu_{РКФ}$=f($T_{ВОДЫ}$); $Cu_{РКФ}$=f($Fe_{ВФ}$); $Cu_{РКФ}$= f(pH); $Cu_{РКФ}$= f(Eh); $Cu_{РКФ}$= f($rH_2$); $Cu_{РКФ}$= f($Cu_{ВФ}$) ; $Fe_{РКФ}$= f($ХПК_{Ф}$); $Fe_{РКФ}$= f(БПК); Мутность=f($T_{ВОДЫ}$); $Fe_{ВФ}$= f(Мутность) |

**Таблица 2. Результаты корреляционного и регрессионного анализа для Нижнего Днестра**

| Название створа | Виды корреляций |
|---|---|
| КРИУЛЯНЫ | $Cu_{РКФ}$= f($Cu_{ВФ}$); $Cu_{РКФ}$= f(pH); $Cu_{РКФ}$=f(Мутность); $Cu_{ВФ}$=f(Мутность); $Fe_{ВФ}$=f(Мутность); pH=f(T) |
| ВАДУЛ-ЛУЙ-ВОДЭ | $Cu_{РКФ}$= f($ХПК_{Mn}$); $Cu_{РКФ}$= f(Eh); $Cu_{РКФ}$=f($rH_2$); pH=f(T); Мутность=f(T) |

Исходя из представленных в таблицах 1-2 результатов корреляционного и регрессионного анализа, можно заключить, что природа сосуществующих форм миграции железа и меди изменялась в зависимости от створа Днестра. Выявление в створе корреляционной связи типа $Me_{_РКФ}$=f(pH) может указывать на доминирование среди сосуществующих форм минеральных форм миграции металла и активное протекание реакций гидролиза. Появление корреляционной связи типа $Me_{_РКФ}$=f(ХПК) указывает на переход от минеральной формы миграции к органической. Такие переходы зафиксированы и в нашем исследовании в створах: Мерешевка, Косоуцы, Бошерница, Дубоссары В. П., Дубоссары Н. П. и Вадул-луй-Водэ.

С появлением органической формы миграции металла в створах выявляются корреляционные связи типа $Me_{_РКФ}$=f(Eh) и $Me_{_РКФ}$=f($rH_2$). Такой вид корреляции может указывать на вовлечение металла в окислительно-восстановительные процессы, сопровождающиеся изменением редокс потенциала природной водной среды, так называемые процессы химического самоочищения [1]. Протекание таких процессов в соответствии с нашим исследованием возможно в пяти из восьми исследованных створов Днестра. Таким образом, Днестр, несмотря на высокий антропогенный прессинг, все таки сохраняет способность к самоочищению своих вод.

По нашему мнению, наиболее интенсивно процессы химического самоочищения могут протекать в створе Дубоссары В. П., так как в процессе самоочищения участвуют одновременно как растворенно-коллоидные формы меди, так и железа. Об этом свидетельствуют выявленные для этого створа корреляционные связи, представленные на рисунках 1-2.

Интересно, что в работе [2], где исследовалась биологическая полноценность днестровской воды, створ Дубоссары В. П. также признан створом с наивысшим экологическим благополучием. На втором месте расположили Косоуцкий створ, где химическое самоочищение обеспечивают растворенно-коллоидные формы железа.

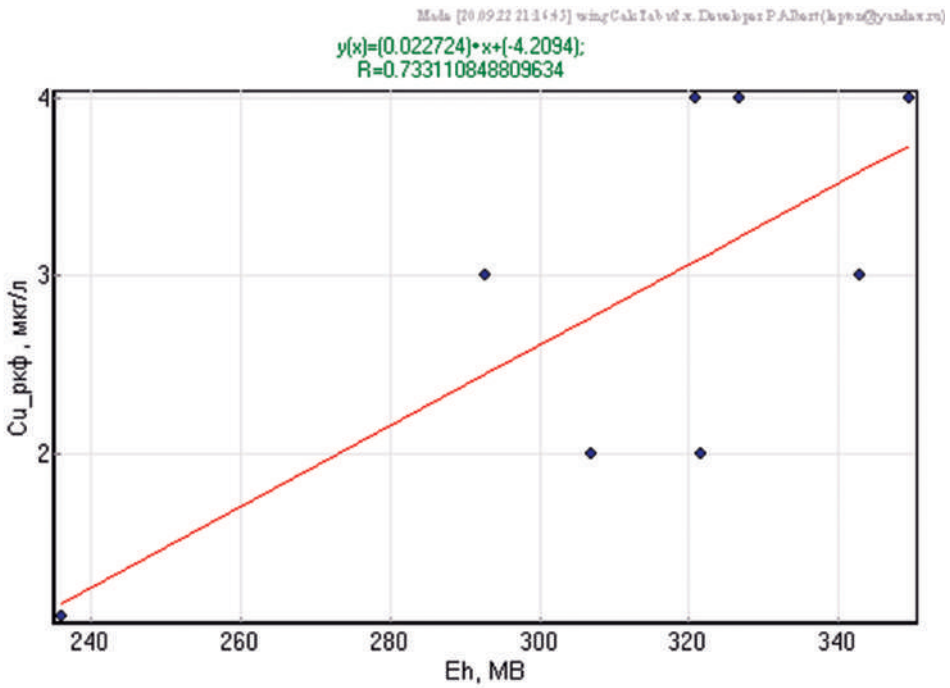



**Рис. 1.** Корреляционная зависимость между растворенно-коллоидными формами меди и редокс потенциалом днестровской воды в створе Дубоссары В.П.

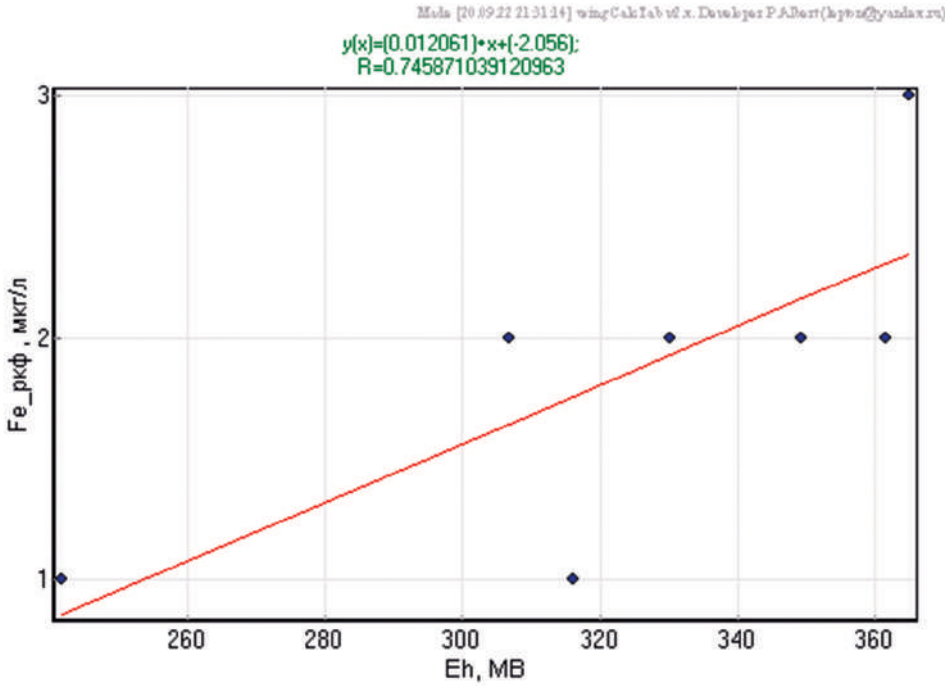



**Рис. 2.** Корреляционная зависимость между растворенно-коллоидными формами железа и редокс потенциалом днестровской воды в створе Дубоссары В.П.

Наихудшими показателями характеризуются створы Бошерница и Дубоссары Н. П. То есть интенсивность химического самоочищения с участием растворенно-коллоидных форм меди в этих створах слишком мала, чтобы обеспечить надлежащий уровень экологического благополучия днестровской воды.

Миграция железа в Днестре происходит, в основном, в виде взвешенных форм, а меди – в растворенно-коллоидном состоянии. За время исследования превышений предельно-допустимых норм металлов, установленных для растворенных форм миграции, выявлено не было.

## Выводы

1. Выявлены закономерности миграции железа и меди на различных участках Днестра.
2. Сделано предположение о механизмах химического самоочищения днестровской воды в различных створах.
3. Показано, как с помощью корреляционного и регрессионного анализа получать информацию о процессах химического самоочищения реки.


## Благодарности

Статья подготовлена для опубликования в рамках проекта: „Mecanisme fizico-chimice a proceselor redox cu transfer de electroni implicate în sistemele vitale, tehnologice și de mediu”, Cifrul Proiectului: 20.8009.5007.27


## Литература


1. Скурлатов Ю.И., Дука Г.Г. Загрязнение и самоочищение природной водной среды // Mediul ambiant. Chişinău. 2003, N 3(8), p. 4-11.
2. Бородаев Р.И. О процессах самоочищения днестровской воды с участием свободных радикалов // Збірник наукових статей до Міжнародноі науково-практичноі конференціі Екологічні проблеми Чорного моря, 29-30 жовтня, Одесса, 2009, с. 32-35.


# UTILIZING REMOTE SENSING TOOLS TO ASSESS THE IMPACTS OF LAND USE CHANGES ON HYDROLOGY AND GEOMORPHOLOGY OF KATO NEVROKOPI TORRENT


***Georgios Gkiatas, Paschalis Koutalakis, Iordanis Kasapidis, Georgios Prazioutis, Georgios Pagonis, Valasia Iakovoglou, George N. Zaimes***

*Laboratory of Geomorphology, Edaphology and Riparian Areas (GERi Lab), International Hellenic University*

*1st km Drama-Mikrohoriou, Drama, 66100, Greece*

*Tel. (+302521) 60404; e-mail: zaimesg@for.ihu.gr*


## Introduction

Land uses have a significant impact on the functions of a watershed [11]. A small change/conversion in land-use can affect water and sediment transport capacity, as there is an explicit connection with the various hydrological processes [12]. Land use change is a result, typically due to the growing population, the expansion of the agricultural sector and climate change [2]. Greece, as a Mediterranean region, is one of the most vulnerable to the climatic crisis [6]. Land use change and climate change are the major drivers that affect watershed hydrology and identifying of their impacts is of great value for sustainable land use planning and water resources management [5, 13]. Agricultural land management practices (such as cultivation, irrigation systems, overgrazing) along with logging, road construction and urbanization increase the soil surface erosion rate, affect land use productivity, water and sediment supply to water bodies [Zaimes and Schultz, 2012]. This study investigated the diachronic changes of land uses in the Ochyro catchment in the Regional Unit of Drama in Greece while emphasizing on the effects on the torrent channel that passes through the city of Kato Nevrokopi through remote sensing applications.

## Methods and Materials

The study area is the Ochyro catchment that belongs to the Municipality of Kato Nevrokopi, in the Region of Eastern Macedonia and Thrace in Greece. The catchment, which has an area of approximately 476 km$^2$, is a plateau which is surrounded by many mountains such as Falakro, Menoikio, Vrontous and Orvilos. The Ochyro catchment is part of the Aggitis watershed which belongs to the transboundary Strymonas River Basin. There are three main watercourses in the catchment: a) the Kato Nevrokopi torrent b) the Vathitopos torrent and c) the Kato Vrontou torrent (Figure 1). The flows of the catchment accumulate

in an area that has the lowest altitude at about 530 m and is found southwest of the settlement of the Ochyro [1]. In this area, there are sinkholes which discharge the water through karst processes with an underground path that ends in the river cave named Maara Cave at an altitude of about 123 m. This cave is one of the water sources of Aggitis River [3].

The catchment data were either digitally collected or digitized in ArcGIS 10.4 software from pre-existing maps. Spatial data layers such as soil, geological or road map were created. In addition, aerial photos from two distinct periods of the torrent were compared as it passes through the town of Kato Nevrokopi. A water index based on Sentinel-2 satellite imagery of March 19th, 2020 was also estimated. Specifically, the Normalized Difference Water Index (NDWI) was estimated to capture the flooded area for the date of the satellite image [10].

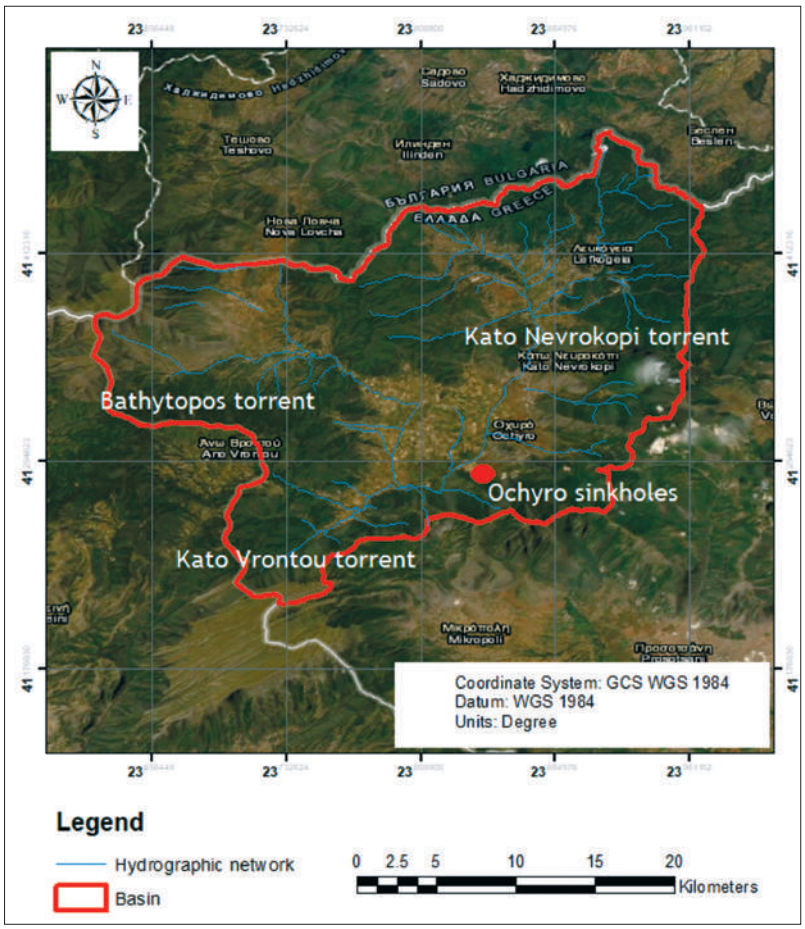



**Figure 1.** The Ochyro catchment area with its main hydrographic network

The unmanned aerial vehicle (UAV) used in this study was the DJI Mavic 2 Pro, a powerful tool for photogrammetric analysis and to develop an orthomosaic [4]. An orthomosaic is a map (a geo-referenced image), that is created by editing hundreds of aerial photographs [8]. Digital mapping captures the area of interest in two dimensions (vertically from above) and has a single scale, a feature no simple aerial photography has on its own [9]. The orthomosaic of this study was created using the photogrammetric software Pix4Dmapper. Specifically, 495 images were used on an AMD Ryzen 7 4800H computer, NVIDIA GeForce GTX 1660 Ti, RAM: 16GB and the time duration to create the orthomosaic was 64 m and 55 s. The orthomosaic covered an area of 0.097 km$^2$ with an average ground sampling of 1.25 cm in WGS 84/UTM zone 34N coordinates system. Finally, for the georeferencing and the correction of the orthomosaic, 23 ground points (photo references) were used, ensuring an accuracy of 11 cm.

## Results and Discussion

The changes based on the comparison of the aerial photographs from the Greek National Land Registry [7] between the period 1945-1960 and 2015-2016 are shown in Figure 2. There are major differences in the alignment of the torrent channel in many locations and the overall reduction of the torrent's width is very evident. The area was much wider, thus could accommodate larger stream flows while facing less flooding issues with the peak flows. The torrent width boundaries, as it passes through the town of Kato Nevrokopi, were reduced from 110 m to just 35 m. Overall, the main differences identified between the two periods are the: a) Straightening of the main torrent in large parts of it (leading to the torrent length reduction), b) Reduction of the natural tributaries within the agricultural areas (leading to the torrent length reduction), c) Reduction of the torrent channel width in several places, d) Construction of artificial dams, e) Reduction of active sinkholes and their water transport capacity due to debris filling, f) Increased in the amount of waste, mainly plastic packaging of pesticides, throughout the stream network and especially in the sinkholes.

The reduction of the active sinkholes number and capacity to discharge water, the narrowing of the torrent channel width along with the straightening of the torrent as it passes through the town have created the

problems encountered today in regard to the increased stream flow supply and high-water levels as well as the increased risk of flooding in the adjacent to the torrent houses. To further exacerbate this problem, the deposited material in the torrent channel is reducing its ability to accommodate high stream flows thus enhancing the flooding risk.

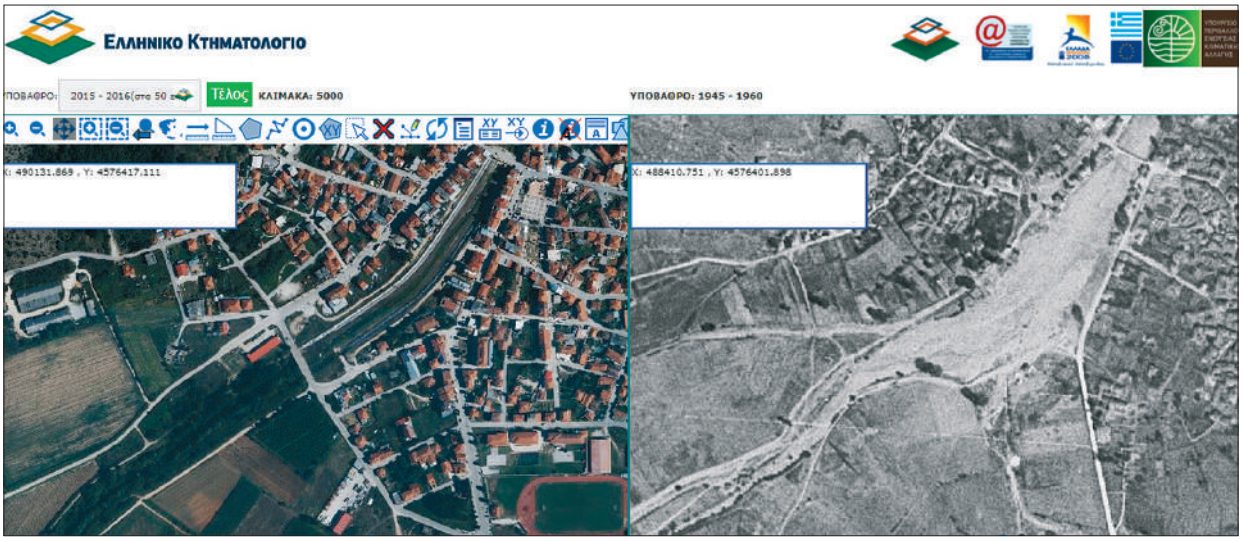



**Figure 2.** The main channel of the torrent within the town of Kato Nevrokopi. The left image is for the period 2015-2016 and the right image is for the period 1945-1960 based on the National Cadastre of Greece

The map of the water index (NDWI), is presented in Figure 3. The flooded area near the location of the sinkholes corresponded to an area of approximately 10 km$^2$. Finally, according to the images captured by the use of the UAV, it was possible to create the orthomosaic of the torrent channel that passes through the town of Kato Nevrokopi (Figure 4). The topographic map captures with great accuracy the current state of the torrent. In addition, the same orthomosaic was captured during increased high stream flow but is not presented here as it just covers the entire torrent bed.

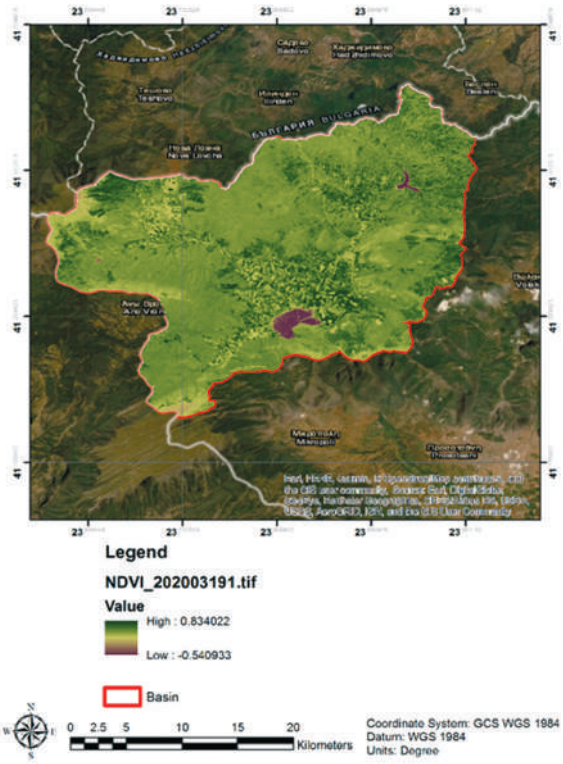



**Figure 3.** The map based on the Normalized Difference Water Index (NDWI)

**Figure 4.** The orthomosaic that depicts a part of the Kato Nevrokopi torrent within the town

## Conclusion

Floods are a natural phenomenon in the studied catchment especially in the lowlands (natural sinkholes that create also a seasonal wetland). However, the frequent flooding in the lowlands the last decade, is an exacerbation that has resulted from the oversaturation of the sinkholes with sediment, wood, stone along with other human origin materials such as plastic packaging (pesticides) which are usually dumped in the floodplain. All the above material are typically carried by torrential flows typically ending in the sinkholes. In the past, the active sinkholes were 18, but today only seven (7) are active. From the large amount of water that ends up in this area and is not absorbed by the sinkholes, a seasonal wetland is created on arable lands. There have been many anthropogenic interventions that have taken place in the last 50 years of the catchment that have changed the land uses and the stream network. The future conditions are also considered worrisome and probably dangerous as climate change has resulted in more intense and long-lasting rainfall events. These new conditions indicate that the current torrent channel cannot hold the increased runoff volumes of the catchment. The flooded surface of the wetland around the sinkholes, now covers a larger area but also for a longer period of time. Best management practices utilizing nature-based solutions to mitigate flooding should be implemented based on the results of hydrologic models and remote sensing methods of this study. To further validate these results, a telemetric monitoring system was recently installed that measures several meteorological parameters as well as measuring the torrent water level that also has a warning function when the water reaches a certain level to inform the citizens of the town for a potential flooding event.

## Acknowledgement

This research was funded by the municipality of Kato Neurokopi in the frames of the program "ΟΧΥΡΟ ΑΝΤΙ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ" (FORTRESS INSTEAD OF FLOOD in English). Its contents are the sole responsibility of the authors and do not necessarily reflect the views of the Municipality of Kato Neurokopi.

## References

1. Dimadi, M. Tsakiri-Strati, Integrated use of TM image, DTM and 3D visualization in groundwater studies on karstified Marbles. Proceedings of the XXth ISPRS congress: Geo-imagery Bridging Continents, Istanbul, Turkey, 2004.
2. H.E. Getachew, A.M. Melesse, The impact of land use change on the hydrology of the Angereb Watershed, Ethiopia. Int. J. Water Sci., 1(6) 2012.
3. P. Koutalakis, G. Zaimes, K. Ioannou, V. Iakovoglou, Application of the SWAT model on torrents of the Menoikio, Greece. Fresen. Environ. Bull., 26 (2017), 1210-1215.
4. P.D. Koutalakis, O.A. Tzoraki, G.I. Prazioutis, G.T. Gkiatas, G.N. Zaimes, Can Drones Map Earth Cracks? Landslide Measurements in North Greece Using UAV Photogrammetry for Nature-Based Solutions. Sustainability, 13(9) (2021), 4697.
5. Z. Li, W.Z. Liu, X.C. Zhang, F.L. Zheng, Impacts of land use change and climate variability on hydrology in an agricultural catchment on the Loess Plateau of China. J. Hydrol., 377(1-2) (2009), 35-42.
6. MedECC, Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer, W., Guiot, J., Marini, K. (eds.)] Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, 2020 pp. 632.
7. National Cadastre of Greece (Ελληνικό Κτηματολόγιο) Viewing of Orthophotos. http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx (last visit 27-12-2021).
8. D. Olson, A. Chatterjee, D.W. Franzen, S.S. Day, Relationship of drone-based vegetation indices with corn and sugarbeet yields. Agron. J., 111(5) (2019), 2545-2557.
9. A.S. Woodget, C. Fyffe, P.E. Carbonneau, From manned to unmanned aircraft: Adapting airborne particle size mapping methodologies to the characteristics of sUAS and SfM. Earth Surf. Proc. and Landf., 43(4) (2018), 857-870.
10. X. Yang, S. Zhao, X. Qin, N. Zhao, L. Liang, Mapping of urban surface water bodies from Sentinel-2 MSI imagery at 10 m resolution via NDWI-based image sharpening. Remote Sens., 9(6) (2017), 596.
11. G.N. Zaimes, K.-H. Lee, M. Tufekckioglu, L.A. Long, R.C. Schultz, T.M. Isenhart, The effectiveness of riparian conservation practices in reducing sediment in Iowa streams. In Agricultural Research Updates; Hendriks, B., Ed.; Nova Science Publishers Inc.: Hauppauge, New York, USA, 2011, pp. 117–166.
12. G.N. Zaimes, R.C. Schultz, Assessing riparian conservation land management practice impacts on gully erosion in Iowa. Environ. Manage, 49 (5) (2012), 1009-1021
13. G.N. Zaimes, Mediterranean riparian areas–climate change implications and recommendations. J. Environ. Biol. 41(5) (2020), 957-965.

# КОНЦЕПЦІЯ ВОДНОЇ БЕЗПЕКИ У РЕАЛІЯХ ВОЄННИХ КОНФЛІКТІВ

***Svitlana Goshtynar, Svitlana Slesarenok***
*Odessa State University of Internal Affairs, 1, Uspenska Str., Odessa, 65000, Ukraine*
*Tel. (+38 094 955 45 25); e-mail: univers2015@ukr.net*
*Black Sea Women's Club, Tel. (+38 067 441 17 36); e-mail: slesarenok@ukr.net*

**Резюме.** Розглянуто водну безпеку як здатність забезпечити та захистити стійкий доступ до достатньої кількості води належної якості, необхідної для підтримки існування, добробуту та соціально-економічної діяльності. Наголошено, що у країнах, де відбуваються воєнні конфлікти, забезпечення водної безпеки, яка є складової національної безпеки, є значною проблемою. Обмеження у доступі до води та екологічні збитки водним ресурсам, що завдаються такими діями, ставлять під загрозу безпеку населення загалом, роблячи повернення до мирного життя більш тривалим та складним. Водна безпека є багатогранною проблемою, її визначення налічує багато інтерпретацій, розроблених міжнародними організаціями та доктриною. Наведено визначення водної безпеки, запропоновані: 1) міжнародними організаціями: UN-Water – Міжвідомчим координаційним центом ООН з усіх питань, пов'язаних з водними ресурсами; Гаазькою декларацією міністрів з водної безпеки у XXI столітті; Winrock International (SWP) – американської некомерційної організації; 2) розроблені на доктринальному рівні. Концепцію водної безпеки в Україні розглянуто у межах проекту Стратегії розвитку водної політики України. Звернуто увагу, що національній правотворчій практиці поки що непритаманне використання поняття «водна безпека», Водний кодекс України, зокрема, оперує поняттям «екологічна безпека водокористування». Зазначено, що тлумачення поняття водної безпеки означає не лише безпосереднє водопостачання, а й політичні, економічні, соціальні та екологічні наслідки її забезпечення, і що без водної безпеки не може бути національної безпеки. Занепокоєння поточним станом водних ресурсів у всьому світі спонукало ООН, Світовий економічний форум, Європейський Союз, інші урядові та неурядові організації, окремі держави осягнути ризики, пов'язані з водою, та важливість розробки стратегій більш ефективного управління водними ресурсами. Ці рішення включають дипломатичні, економічні та управлінські підходи, а також застосування нових технологій моніторингу та використання води. Більш детально розглянуто є проект «Водний світ і безпека» (WPS), який фінансується Міністерством закордонних справ Нідерландів та складається з Делфтського інституту водної освіти IHE, Інституту міжнародних ресурсів (Deltares), Гаазького центру наукових досліджень, Wetlands International та International Alert, що реалізується з 2018 року і створений для розробки інноваційних інструментів, які виявляють та усувають ризики безпеки, пов'язані з водою, у тому числі під час військових конфліктів. У межах цього проекту досліджуються гідрологічні, соціально-економічні та політичні фактори точного визначення змін водного середовища та пов'язаних із цим змін у суспільстві. WPS надає дані, аналізує ризики, пропонує рішення та підтримує запобігання конфліктам через воду, дозволяючи політикам та спільнотам вдаватися до скоординованих дій на ранній стадії їх появи. Наголошено, що незважаючи на існування у міжнародному праві норм щодо захисту водних об'єктів під час воєнних конфліктів, вони не стосуються захисту води як такої, наприклад, у рамках режиму окупації міжнародне гуманітарне право стосується води як майна, а також джерела продовольства. Війна в Україні та й інші військові конфлікти показують, що норми міжнародного права з охорони водних об'єктів у таких ситуаціях не працюють, що обумовлює необхідність розбудови більш ефективного механізму забезпечення водної безпеки.

***Ключові слова***: водна безпека, воєнний конфлікт, право на воду, принцип доступності водних ресурсів.

**Summary.** Water security is considered as the ability to ensure and protect sustainable access to sufficient water of adequate quality necessary for sustaining life, well-being and socio-economic activities. It is emphasized that in countries where there are military conflicts, ensuring water security, which is a component of national security, is a significant problem. Restrictions in access to water and environmental damage to water resources caused by such actions threaten the security of the population in general, making the return to peaceful life longer and more difficult. Water security is a multifaceted problem, its definition has many

interpretations developed by international organizations and doctrine. The definitions of water security proposed by: 1) international organizations: UN-Water – the United Nations Interagency Coordinating Centre for all water-related issues; The Hague Ministerial Declaration on Water Security for the 21st Century; Winrock International (SWP) – an American non-profit organization; 2) developed at the doctrinal level. The concept of water security in Ukraine is considered within the framework of the draft Strategy of Water Policy Development of Ukraine. It is noted that the national law-making practice does not yet use the concept of «water security», the Water Code of Ukraine, in particular, operates with the concept of «environmental safety of water use». It was noted that the interpretation of the concept of water security means not only direct water supply, but also political, economic, social and environmental consequences of its provision, and that without water security there can be no national security. Concerns about the current state of water resources worldwide have prompted the United Nations, the World Economic Forum, the European Union, other governmental and non-governmental organizations, and individual states to address the risks associated with water and the importance of developing strategies for more effective water management. These solutions include diplomatic, economic and governance approaches, as well as the application of new technologies for water monitoring and use. In more detail, the project «Water and Security» (WPS), funded by the Ministry of Foreign Affairs of the Netherlands and consisting of the Delft Institute for Water Education IHE, the Institute for International Resources (Deltares), the Hague Centre for Scientific Research, Wetlands International and International Alert, which has been implemented since 2018 and is designed to develop innovative tools that identify and address water-related security risks, including during military conflicts. This project explores hydrological, socio-economic and political factors to pinpoint changes in the water environment and related changes in society. WPS provides data, analyses risks, proposes solutions and supports the prevention of conflicts over water, enabling policy makers and communities to take coordinated action at an early stage of their emergence. It was emphasized that despite the existence of norms in international law on the protection of water bodies during military conflicts, they do not relate to the protection of water such as, for example, under the occupation regime, international humanitarian law refers to water as property and a source of food. The war in Ukraine and other military conflicts zones show that the norms of international law on the protection of water bodies in such situations do not work, which necessitates the development of a more effective mechanism for ensuring water security.

**Keywords:** water security, military conflict, right to water, the principle of water availability.

Сучасна парадигма управління водними ресурсами полягає у наданні доступу до них як до права людини та створенні реальних та ефективних механізмів для відшкодування витрат на послуги з їх доставки. Військові конфлікти завдають значної шкоди навколишньому середовищу загалом, та екосистемам водних ресурсів зокрема, шляхом руйнування та пошкодження водних об'єктів, нападу на електростанції, що забезпечують водопостачання, пошкодження та руйнування механізмів водоочищення та каналізаційних систем, руйнування дамб та ін.

Концепція водної безпеки виникла відносно недавно. Водна безпека – це здатність забезпечити та захистити стійкий доступ до достатньої кількості води належної якості, необхідної для підтримки існування, добробуту та соціально-економічної діяльності. В основу водної безпеки покладено принцип доступності, зокрема такої, що пов'язана з контролем над постачанням якісної та безпечної води, доступності як реалізації права на воду, а також механізмом для запобігання або вирішення конфліктів, пов'язаних з водними об'єктами. У країнах, де відбуваються збройні конфлікти, воєнні дії особливо складно забезпечити водну безпеку, тобто надати населенню послуги водопостачання та захистити його від ризиків, пов'язаних із водою. Обмеження у доступі до води та екологічні збитки водним ресурсам, що завдаються такими діями, ставлять під загрозу безпеку населення загалом, роблячи повернення до мирного життя більш тривалим та складним.

Оскільки водна безпека є багатогранною проблемою, її визначення налічує багато інтерпретацій, розроблених міжнародними організаціями та доктриною. Зокрема, UN-Water, міжвідомчий координаційний механізм ООН з усіх питань, пов'язаних з водними ресурсами, визначає водну безпеку як здатність населення забезпечувати стійкий доступ до достатньої кількості води прийнятної якості для підтримки засобів існування, добробуту людей та соціально-економічного розвитку, для забезпечення захисту від забруднень, які переносяться за допомогою води, а також для збереження екосистем в умовах миру та політичної стабільності [1]. Гаазька декларація міністрів з водної безпеки

у XXI столітті до найважливіших інструментів забезпечення водної безпеки відносить задоволення основних потреб, забезпечення продовольством, захист екосистем, спільне використання водних ресурсів, управління ризиками, оцінка води та розумне управління водними ресурсами [2]. Winrock International (SWP) – американська некомерційна організація, визначає водну безпеку як здатність до адаптації для забезпечення стійкої наявності, доступу та безпечного використання адекватної, надійної та стійкої кількості та якості води для здоров'я, засобів до існування, екосистем та продуктивної економіки.

Доктрина також пропонує багато визначень водної безпеки, наприклад, водна безпека містить безліч цілей, насамперед щодо спільних річкових басейнів, а також забезпечення миру, безпеки людини та охорони навколишнього середовища, у процесі планування, використання та управління водними ресурсами [3]. Також її пропонують розглядати як всеосяжну мету управління водними ресурсами, спрямовану на роздуми щодо сталого розвитку з акцентом на задоволення потреб у воді для соціальних та екологічних потреб [4].

Концепція водної безпеки розробляється не лише на міжнародному рівні, але й в Україні. Зокрема у 2021 році було ухвалено проект Стратегії розвитку водної політики України, метою якої є «усталення «водної» безпеки України шляхом поетапного досягнення Глобальної водної цілі з забезпечення чистої води та належної санітарії для всіх на засадах сталого інтегрованого управління водними ресурсами» [5]. Загалом національній правотворчій практиці поки що непритаманне використання поняття «водна безпека», Водний кодекс України, зокрема, оперує поняттям «екологічна безпека водокористування».

Необхідно зазначити, тлумачення поняття водної безпеки означає не лише безпосереднє водопостачання, а й політичні, економічні, соціальні та екологічні наслідки її забезпечення, і що без водної безпеки не може бути національної безпеки. Занепокоєння поточним станом водних ресурсів у всьому світі спонукало ООН, Світовий економічний форум, Європейський Союз, інші урядові та неурядові організації, окремі держави осягнути ризики, пов'язані з водою, та важливість розробки стратегій більш ефективного управління водними ресурсами. Ці рішення включають дипломатичні, економічні та управлінські підходи, а також застосування нових технологій моніторингу та використання води.

У глобальному масштабі зусилля з розробки фундаментальних принципів управління транскордонними водозборами призвели до розробки, прийняття та ратифікації Конвенції ООН 1997 року щодо права несудноплавних видів використання міжнародних водотоків, яка встановлює стандарти та принципи щодо спільного управління басейнами, обміну даними та вирішення конфліктів у цій сфері. Що стосується до закріплення зобов'язань держав щодо захисту цивільних осіб та найважливіших об'єктів інфраструктури, таких як системи водопостачання та іригації під час збройних конфліктів, то такі нормативні розпорядження розробляються в рамках міжнародного гуманітарного права. Перші норми сучасного міжнародного гуманітарного права щодо захисту доступу до води відносяться до захисту конкретних категорій осіб, зокрема військовополонених та інтернованих осіб, що містяться у Третій та Четвертій Женевських конвенціях 1949 року «Про захист водних об'єктів під час військових дій» і Додаткових протоколах до Женевської угоди 1949 року. Зокрема, водогосподарські споруди та водні ресурси вважаються цивільними об'єктами і тому мають бути захищеними від нападів. Протокол II містить вичерпний список таких водних об'єктів. Наприклад, на доступ до води також можуть вплинути напади на греблі, які використовуються для забезпечення водопостачання цивільного населення, що робиться спеціально для того, щоб відмовити йому у доступі до води. Необхідно звернути увагу, що обидва Додаткові протоколи до Женевської конвенції 1949 року передбачають заборону нападу на греблі та дамби, навіть якщо ці об'єкти є військовими об'єктами.

Існують також інші правила, які забезпечують охорону доступу до води під час збройних конфліктів, що пов'язані із захистом довкілля. Безпечний характер водопостачання необхідний для запобігання загрозам здоров'ю цивільного населення та поширенню хвороб, що передаються через воду. Викиди забруднюючих речовин, спричинені нападами на промислові об'єкти, можуть призвести до забруднення водних джерел, особливо підземних вод. Тому, згідно з нормами міжнародного гуманітарного права, річки, озера та підземні води вважаються цивільними об'єктами, і тому вони мають право на увесь комплекс захисту, який надається цивільним об'єктам. Важливим документом, що

передбачає захист водних об'єктів у воєнних конфліктів, є Конвенція з охорони та використання транскордонних водотоків та міжнародних озер 1992 року.

Прикладом розширення міжнародного співробітництва щодо забезпечення водної безпеки є проект «Водний світ і безпека» (WPS), який фінансується Міністерством закордонних справ Нідерландів та складається з Делфтського інституту водної освіти IHE, Інституту міжнародних ресурсів (Deltares), Гаазького центру наукових досліджень, Wetlands International та International Alert, що реалізується з 2018 року і створений для розробки інноваційних інструментів, які виявляють та усувають ризики безпеки, пов'язані з водою, у тому числі під час військових конфліктів. У межах цього проекту досліджуються гідрологічні, соціально-економічні та політичні фактори точного визначення змін водного середовища та пов'язаних із цим змін у суспільстві. WPS надає дані, аналізує ризики, пропонує рішення та підтримує запобігання конфліктам через воду, дозволяючи політикам та спільнотам вдаватися до скоординованих дій на ранній стадії їх появи.

Основою прогнозування в межах проекту «Водний світ і безпека» є велика бібліотека кількісних показників, потенційно пов'язаних із конфліктом. Індикатори, що використовуються в цій моделі – змінні-предиктори – доступні для дослідження як інтерактивних карт, так і у вигляді певних часових показників. Доступ до наборів даних, метаданих та специфікацій геопросторової візуалізації заснований на Resource Watch API, службі з відкритим вихідним кодом, призначеної для простої інтеграції в робочі потоки користувачів. З метою аналізу ризиків для водних об'єктів у місцях воєнних конфліктів використовується база даних подій місць збройних конфліктів (ACLED) [6].

Незважаючи на існування у міжнародному праві норм щодо захисту водних об'єктів під час воєнних конфліктів, вони не стосуються захисту води як такої, наприклад, у рамках режиму окупації міжнародне гуманітарне право стосується води як майна, а також джерела продовольства. Однак, як слушно зазначається, необхідно розглядати специфічні якості води – незамінного природного ресурсу, важливого як для життя, так і для частини екосистеми [7 с. 674].

Після семи місяців війни в Україні зафіксовано багато випадків прямого нанесення ударів по цивільних системах водопостачання, що мають вирішальне значення для забезпечення безпечною водою населення країни, зокрема, в Миколаєві, Маріуполі, Дніпрі, а також санітарним та іригаційним системам, що підтримують сільськогосподарський сектор, що посилює переміщення та вимушену міграцію населення. Агресором зруйновано найбільші нафтопереробні заводи у Лисичанську, Краматорську та інших містах, що завдало значних екологічних збитків усій екосистемі, у тому числі водним ресурсам. Такими діями завдається колосальна шкода не тільки водній безпеці України, а й водній безпеці регіонального масштабу, зокрема країнам Чорноморського басейну, країнам Чорноморського басейну. Зафіксовано збитки екосистемі України, у тому числі водним та морським ресурсам, на мільярди гривень.

Отже, війна в Україні та й інші військові конфлікти показують, що норми міжнародного права з охорони водних об'єктів у таких ситуаціях не працюють, що обумовлює необхідність розбудови більш ефективного механізму забезпечення водної безпеки.

## Список використаних джерел


1. Water Security and the Global Water Agenda. 2013. / UN-Water – United Nations' Inter-agency Coordination Mechanism for Water and Sanitation. URL: https://sdg.iisd.org/news/un-water-brief-defines-water-security/
2. Ministerial Declaration of The Hague on Water Security in the 21st Century : accepted 22 March, 2000, In The Hague, The Netherlands. URL: https://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/world_water_council/documents/world_water_forum_2/The_Hague_Declaration.pdf
3. Jansky, L. Domestic drivers of international water security on the Danube. International Water Security: Domestic Threats and Opportunities /eds. L. Jansky, M. Nakayama and N. I. Pachova. New York: United Nations University Press, 2008. P. 61-78.
4. Water Security: Principles, Perspectives and Practices / edit. ву B. Lankford, K. Bakker, M. Zeitoun, D. Conway. Copyright Year, 2013. 376 p.
5. Стратегія розвитку водної політики України. 2021/ Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: https://mepr.gov.ua/files/KMU_Water%20Strategy_new.pdf
6. Water, Peace and Security (WPS). URL: https://www.waterpeacesecurity.org/info/our-approach
7. Tignino Mara. Water, international peace, and security. International Review of the Red Cross. 2010. Vol. 92, P. 647-674.

# ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННОГО КОМПЕНСАЦИОННОГО ОБВОДНЕНИЯ ОЗЕРНО-ПЛАВНЕВОГО МАССИВА В НИЗОВЬЯХ РЕКИ ДНЕСТР И ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ В ПЕРИОД НЕРЕСТА РЫБ

***Олег Гриб***
*Одесский государственный экологический университет (ОГЭКУ)*
*ул. Львовская, 15, Одесса 65016, Украина*
*Тел. (+38 066) 7924665; электронная почта: crimskiy2015@gmail.com*

## Введение

Уже с середины XX ст. начались существенные изменения в управлении стоком Днестра, связанные с появлением в середине 1950-х годов в средней части реки плотины Дубоссарской ГЭС и использованием водохранилища. Однако самое значительное влияние на водность Днестра и его гидроэкологический режим стали вызывать построенные в начале 1980-х годов Днестровские ГЭС и водохранилища в верхней части реки. Причинами ухудшения состояния экосистемы в низовье Днестра и верховье Днестровского лимана является выравнивание гидрографов половодья и паводков, низкий сток в меженый период, отсутствие рыбопропускных сооружений в плотинах ГЭС. Неразрывная система рукавов Днестра, пойменных лугов, плавневых озер, плавней и Днестровского лимана была фрагментирована на следующие массивы: река выше Днестровских ГЭС-1 и ГЭС-2, Дубосарское водохранилище, нижняя часть Днестра, зависящая от работы ГЭС (наряду с лиманом и плавнями) [1]. Произошло нарушение путей нерестовых миграций осетровых, вырезубых и др. видов рыб. Ухудшились условия нереста рыбца, жереха, пескари, щиповки и др., а также чехони, для развития икры которой необходимо более сотни километров свободного течения реки. Также появились изменения в характере зарастания водной растительностью, составе фитофильных видов и беспозвоночных бентоса. Снизились величины водообмена в системе «русло-плавни-лиман» и самоочистка вод экосистемы нижнего течения реки за счет уменьшения биомелиоративных функций плавней. Следствием этого стало ухудшение качества воды и формирование неблагоприятных условий в период нереста рыб, сокращение рыбных ресурсов, деградация экосистем низовья Днестра и верхней части Днестровского лимана, которые до этого имели высокую биологическую продуктивность. Сейчас одним из основных благоприятных факторов, влияющих на водообмен в низовьях реки и верхней части лимана, изменчивость и величины уровней и температур воды, а также гидроэкологический режим в целом, является ветер, вызывающий естественные сгонно-нагонные явления и колебания уровней воды (в среднем 0,4-0,5 м, иногда до 1,0 м) [2]. В период межени и низкого стока это единственный фактор, благодаря которому поддерживаются процессы водообмена и самоочистки, экологическое состояние гидробиоценозов на участках нереста и нагула рыб в низовьях реки и верхней части лимана.

Проблемы ухудшения экологического состояния нижнего течения реки должны были решить эколого-репродукционные попуски с Днестровского водохранилища. Основным критерием успеха такой компенсационной меры была эффективность нереста наиболее массовых видов рыб (карповых и других фитофильных видов) в низовьях Днестра, которые приносили тогда наибольший экономический эффект рыбному хозяйству. Подробные ихтиологические и гидробиологические исследования водной экосистемы низовья Днестра и Днестровского лимана, связанные с решением этой проблемы, были проведены еще в начале 1990-х годов [3]. Результаты данных исследований позволили определить основные требования к созданию нормальных условий нереста фитофильных рыб и воспроизводству рыбных запасов. Согласно им, для успешного и эффективного нереста рыб в озерно-плавневом массиве нижней части Днестра и верховьях Днестровского лимана следует обеспечить следующие условия:

а) глубина воды на мелководьях (нерестилищах промысловых фитофильных видов рыб) должна быть не менее 0,5 м;

б) следует полностью исключить резкие колебания уровня воды на нерестилищах – местах инкубации икры;

в) обводнение озерно-плавневого массива должно осуществляться в нерестовый период раннене-

рестовых фитофильных рыб, причем ход увеличения уровня воды на мелководьях и его стабилизация должны учитывать ход нерестовых температур этих рыб – 12-13°С;

г) стабилизация максимального уровня воды на нерестилищах должна охватывать период не менее 18-20 дней (при общей продолжительности 28-30 дней) для того, чтобы обеспечить нерест, инкубацию икры, вылупление личинок и период их покоя. Падение уровня воды должно быть плавным и постепенным, растянутым во времени, что обеспечит скат личинок в реку.

К сожалению, перечисленные выше условия выполняются не в полной мере и не каждый год. Следует также отметить, что для обеспечения нормального функционирования пойменных лугов, плавней, ериков, проток, озер и предотвращения их эвтрофикации путем периодической промывки и обводнения кроме эколого-репродукционных попусков, также необходимо своевременно осуществлять санитарно-экологические попуски воды.

Таким образом, актуальность данной работы была вызвана необходимостью оценки возможных альтернативных мер по обводнению плавней нижней части р. Днестр на участке водно-болотных угодий международного значения и территории Национального природного парка «Нижнеднестровский» в условиях отсутствия эколого-репродукционных попусков воды с Днестровской ГЭС и уменьшения водности реки, связанной с изменениями климата.

С учетом вышеизложенного целью данной работы является обоснование и оценка возможности осуществления альтернативного обводнения озерно-плавневого массива в низовьях Днестра и верховьях Днестровского лимана для обеспечения благоприятных условий для нереста и воспроизводства рыб и других гидробионтов.

## Материалы и методы

Для обводнения прилиманных плавней и озер в приустьевой части Днестра была проведена оценка одной из возможных мер по искусственному компенсационному подъему уровня воды на данном участке. Для этого изучена возможность сооружения и использования в районе Цареградского устья между Днестровским лиманом и Чёрным морем шлюза с рыбоходом (или подпорного сооружения) [4]. Это обеспечит приращение отметок уровней воды на участке выше данного сооружения и необходимые условия для нереста и нагула рыб, развития и нормальной жизнедеятельности других гидробионтов, в том числе водоплавающих и околоводных птиц, а также будет способствовать достижению хорошего экологического состояния озерно-плавневого массива в низовьях Днестра и верховьях Днестровского лимана.

Цареградское устье (рис. 1) – это узкий судоходный искусственно углубленный пролив, соединяющий Днестровский лиман и Черное море. Пролив находится на узкой песчаной Бугазской косе (ширина от 40 м до 500 м), разделяющей Днестровский лиман и Черное море, соединяя эти водоемы. Средняя глубина пролива составляет 10 м. Средняя глубина на участке соединения лимана и пролива составляет 6 м. Затем дно резко опускается в направлении моря. Глубокая котловина, вымытая потоком воды из лимана, прослеживается в сторону моря на расстояние до 0,5 км от него, после чего глубина уменьшается. Раньше между лиманом и морем

**Рисунок 1.** Местоположение устьевой области реки Днестр, Днестровского лимана и Цареградского устья между лиманом и Чёрным морем

был еще один пролив – Очаковское устье (рис. 2), исчезнувшее в 1926 г. в течение одной штормовой ночи. В середине XX ст. над Цареградским устьем был построен разводной железнодорожно-автомобильный мост (рис. 1). Строительство этого моста началось 25.12.1953 г., а уже 05.12.1955 г. он был введен в эксплуатацию. До этого времени здесь действовал плавучий мост, построенный еще в 1914 г. – сначала деревянный, а с 1916 г. – понтонный. В 1940 г. над проливом начали строить деревянный мост, но строительству помешала Вторая мировая война.

Для оценки величины роста (приращения) уровней воды за весенний период года (март-апрель) при функционировании шлюза (с рыбоходом) на участке Цареградского устья в работе была применена имитационная модель водного баланса [4].

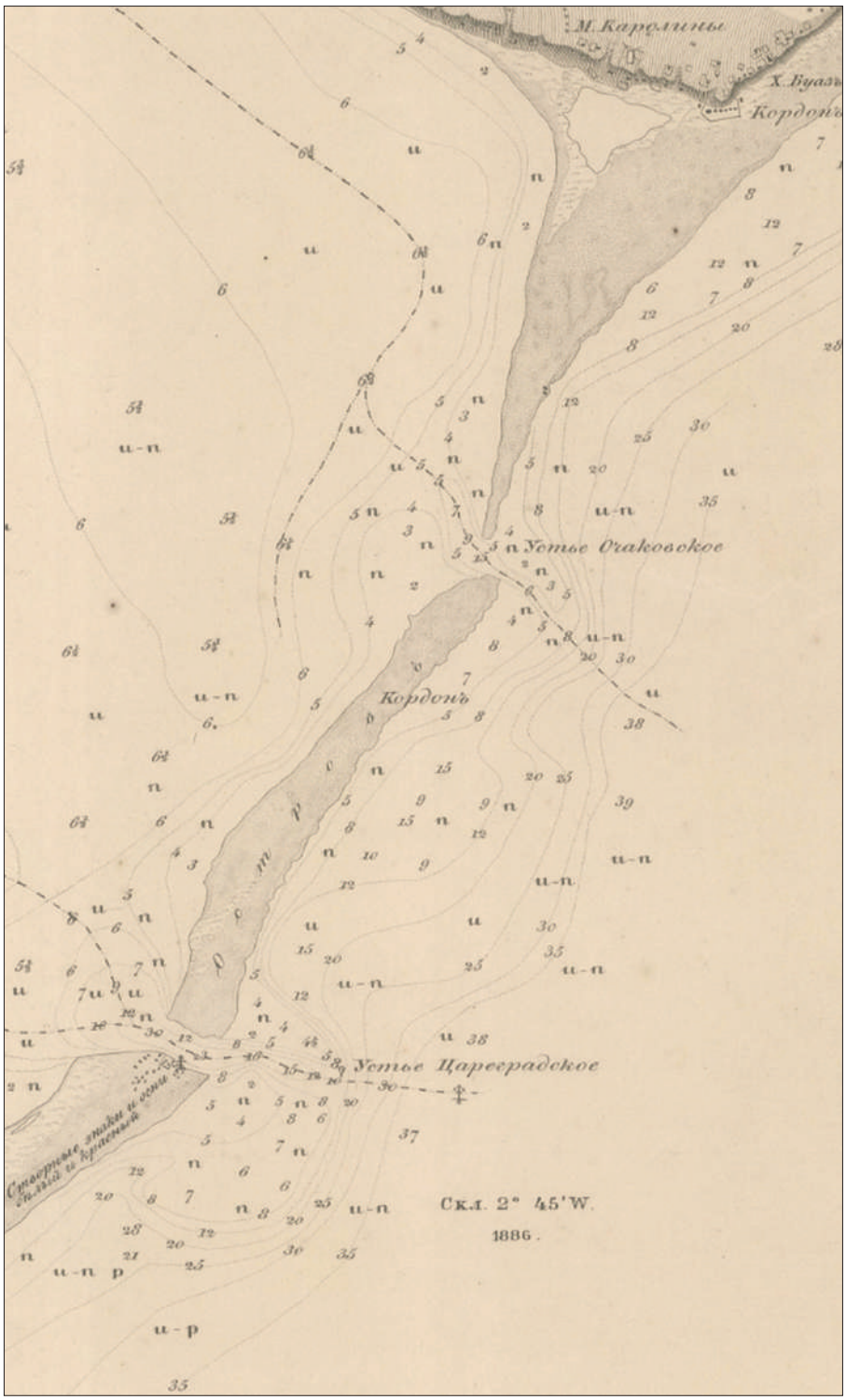



**Рисунок 2**. Фрагмент карты за 1844 г. с Бугазской косой между Днестровским лиманом и Черным морем, Цареградским и Очаковским устьями

В качестве исходных данных в модели использованы значения слоев атмосферных осадков и испарения с водной поверхности в районе Днестровского лимана и низовья Днестра. Для определения площади водной поверхности данного лимана и прилиманных плавней использованы справочные материалы, топографические карты и космические снимки. Учитывая, что при росте уровней воды значение общей площади прилиманных плавней и пойменных озер почти не меняется, в расчетах принята ее постоянная величина – 500 млн. м$^2$. Следует отметить, что в приходной части уравнений водного баланса, использованных для расчета приращения уровня воды в лимане и прилиманных плавнях, не учитывались такие составляющие как: фильтрация морских вод через пересыпь между лиманом и морем; приток подземных вод через дно лимана; приток склоновых вод со склонов лимана во время дождевых осадков; сбросные воды из систем водоотведения населенных пунктов вокруг лимана (например, г. Белгород-Днестровский). Это связано с тем, что объемы указанных вод очень незначительны по отношению к другим составляющим водно-солевого баланса лимана.

Кроме условий, указанных выше, принималось, что на период март-апрель водообмен через соединительный канал между Днестровским и Шаболатским (Будакским) лиманами отсутствует. Также, в связи с тем, что объем стока воды из Днестровского лимана в море сквозь шлюз и рыбоход в Цареградском устье будет крайне малым (по отношению к другим составляющим водного баланса и баланса солей лимана), в произведенных предварительных расчетах он не учитывался.

## Полученные результаты и их обсуждение

Оценка выполнялась при двух расходах притока воды с русловым стоком реки Днестр: 1 – при расходе воды в устье реки 100 м$^3$/с (так называемый «санитарный» расход воды); 2 – при расходе воды в устье реки 150 м$^3$/с.

Слой атмосферных осадков в марте-мае составляет: 26,3 + 28,1 + 34,9 = 89,3 мм. Слой испарения в марте-мае равен: 42,8 + 65,7 + 105,5 = 214,0 мм. Дефицит атмосферных осадков и, как следствие, снижение отметки уровня воды в лимане и прилиманных плавнях за счет этих составляющих водного баланса составляет: 89,3 – 214,0 = 124,7 мм (или минус 0,13 м).

При расходе воды в устье р. Днестр 100 м$^3$/с суточный объем стока реки будет равен 8,64 млн. м$^3$, а за три весенних месяца (92 суток) объем притока воды в Днестровский лиман и плавни низовья Днестра составит 794,88 млн. м$^3$. Следовательно, при суммарной площади лимана и прилиманных плавней 500 км$^2$, в течение весны уровень воды постепенно повысится на 1,59 м. Учитывая величину снижения отметки уровня воды за счет дефицита атмосферных осадков (минус 0,13 м) повышение уровня воды в лимане и плавнях составит 1,46 м (или на 0,48-0,49 м за каждый из весенних месяцев).

При расходе воды в устье р. Днестр 150 м$^3$/с суточный объем стока реки будет равен 12,96 млн. м$^3$, а за три весенних месяца (92 суток) объем притока воды в Днестровский лиман и плавни низовья Днестра составит 1192,32 млн. м$^3$. Следовательно, при суммарной площади лимана и прилиманных плавней 500 км$^2$, в течение весны уровень воды постепенно повысится на 2,38 м. Учитывая величину снижения отметки уровня воды за счет дефицита атмосферных осадков (минус 0,13 м) повышение уровня воды в лимане и прилиманных плавнях составит 2,25 м (или в среднем на 0,75 м за каждый из весенних месяцев).

Следует отметить, что в остальные месяцы года водообмен и судоходство между лиманом и морем могут быть свободными (без использования шлюза). Таким образом, проблема обводнения озерно-плавневого массива в низовьях реки Днестр и верхней части Днестровского лимана для нереста рыб в весенне-летний период будет решена.

## Выводы

1. Выполнена предварительная оценка компенсационного обводнения озерно-плавневого массива для нереста и воспроизводства рыб в весенний период года, при наличии шлюза с рыбоходом на участке Цареградского устья. При минимальных расходах Днестра 100-150 м$^3$/с, ожидаемое повышение уровня воды составит 0,48-0,75 м за каждый весенний месяц года. Полученные результаты дают возможность усовершенствовать меры по гидроэкологическому менеджменту в нижнем течении Днестра (с учётом положений Водной Рамочной Директивы 2000/60/ЕС). Это позволит улучшить экологическую ситуацию на этой территории и обеспечит необходимые условия для нереста и воспроизводства рыб в весенний период года независимо от попусков воды из Днестровского водохранилища.
2. Перспективным является дальнейшее обоснование данного способа обводнения участков для нереста рыб в низовьях Днестра и прилиманных плавнях, но при наличии рыбохода не на участке шлюза в районе Цареградского устья, а на участке Очаковского устья и/или на пересыпи между Шаболатским (Будакским) лиманом и Черным морем. Кроме этого, при будущем изучении данного варианта обводнения нерестилищ в низовьях Днестра и прилиманных плавнях необходимо исследовать возможный режим минерализации и физико-химических показателей воды в весенние месяцы года, величины твердого стока, седиментационные процессы, другие вопросы гидроэкологического режима, судоходства и безопасности (с учётом ущерба, нанесённого мосту через пролив ракетными обстрелами).

**Литература**

1. Гриб О. Н., Семанюк Е. И. Оценка изменчивости уровней воды в нижней части экосистемы реки Днестр за период с 1945 по 2018 годы // EU Integration and Management of the Dniester River Basin / Proceedings of the International Conference, Chisinau, Moldova, October 8-9, 2020. Chisinau: Eco-Tiras. P. 51-54.
2. Бєлов В. В., Гриб О. М., Килимник О. М. Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. 2010. Т. 18. С. 180-186.
3. Сирено Л. А., Евтушенко Н. Ю., Комаровский Ф. Я. и др. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов. К.: Наук. думка, 1992. 356 с.
4. Гриб О. М., Шекк П. В. Оцінка альтернативного шляху обводнення озерно-плавневого масиву у верхній частині Дністровського лиману і пониззі річки Дністер для забезпечення нересту риб // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: матеріали XIV Міжнародної іхтіологічної науково-практичної конференції (м. Харків, 23-25 вересня 2021 року). Харків: Факт, 2021. С. 48-54.

# ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПРАВОВЫХ И МЕТОДИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ ПО РЕНАТУРАЛИЗАЦИИ (ВОССТАНОВЛЕНИЮ) ГИДРОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ РЕК УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ЕВРОИНТЕГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ

***Олег Гриб, Наталия Лобода, Николай Сербов, Екатерина Гриб, Ярослав Яров***
*Одесский государственный экологический университет (ОГЭКУ)*
*ул. Львовская, 15, Одесса 65016, Украина*
*Тел. (+38 066) 7924665; электронная почта: crimskiy2015@gmail.com*

## Введение

Внедрение в Украине Водной Рамочной Директивы 2000/60/ЕС (ВРД ЕС) стало толчком к реформированию законодательства страны в водной и земельной сферах. После подписания Украиной в 2014 г. соглашения об ассоциации с ЕС и получения в 2022 г. статуса страны-кандидата в члены ЕС появились значительные возможности внедрения новых стандартов по вопросам управления водными ресурсами по бассейновому принципу. Одним из стратегических направлений для достижения и поддержания в будущем хорошего экологического состояния водных экосистем является разработка и реализация программ и проектов ренатурализации водотоков [1]. На сегодняшний день в Украине насчитывается примерно 63 тыс. рек и ручьев, из которых не менее 60 тыс. (или 93%) – это ручьи и малые реки, имеющие длину менее 10 км. К сожалению, именно они испытают наибольшее негативное влияние хозяйственной деятельности, в т.ч. значительных водохозяйственных преобразований гидроморфологических характеристик (спрямление, углубление и т.п.).

В условиях глобальных изменений климата значительная антропогенная нагрузка стала главной причиной деградации и резкого ухудшения экологического состояния рек и привела к необратимым негативным изменениям в водных экосистемах многих малых и средних рек. Ситуацию усугубляют существующие в законодательстве Украины пробелы, связанные с восстановлением и поддержанием хорошего состояния водотоков, отсутствием современных нормативно-методических инструментов, программ и проектов по ренатурализации рек в контексте интегрированного управления их водными экосистемами по бассейновому принципу в соответствии с ВРД ЕС. Еще одной причиной слабой активности по внедрению программ и проектов восстановления (ренатурализации) гидроморфологических элементов рек является их очень высокая стоимость.

По данным оценки рисков антропогенных влияний на состояние массивов поверхностных вод (МПВ) категории «Реки» [2] в рамках подготовки планов управления речными бассейнами (ПУРБ) определено, что 62% МПВ Украины находятся под экологическим риском, а 40% – под риском гидроморфологических изменений. Именно поэтому в 2022 г. при Государственном агентстве водных ресурсов Украины стартовала работа рабочей группы по ренатурализации водотоков. Также разработана дорожная карта ренатурализации рек на 10 лет (https://cutt.ly/nJKkJuH). Она включает в себя три основных блока: законодательство, внедрение и публично-промоциональную деятельность. Эти

блоки предусматривают, в частности, анализ действующего законодательства Украины и ЕС, подготовку предложений и разработку новых нормативно правовых актов, необходимых для разработки и внедрения мероприятий по ренатурализации рек, с учетом принципов ВРД ЕС и социальных потребностей населения. Следует отметить, что в Украине до сих пор нет единой методики и подходов к ренатурализации рек на законодательном уровне. Однако вопросы, связанные с ренатурализацией водотоков, встают в последние годы все острее.

Поэтому в данной статье представлена оценка отдельных острых правовых и методических вопросов, возникающих по этому поводу. Прежде всего рассматривается правовая (юридическая) основа относительно существующих возможностей запуска, контроля и остановки процессов самодинамики (меандрирования) рек в пределах прибрежных защитных полос (ПЗП) на этапах как научного обоснования и проектирования, так и при запуске проектов ренатурализации (ревитализации, восстановления) рек для достижения или поддержания ими хорошего экологического состояния, прежде всего по гидроморфологическим показателям. Кроме этого, для сравнения некоторых особенностей существующих правовых аспектов в Украине и странах ЕС (на примере Германии), их отличий и перспектив внедрения в Украине, приводятся отдельные примеры таких ситуаций.

## Материалы и методы

Главными законодательными актами, регулирующими вопросы планирования и осуществления мероприятий по достижению и поддержанию хорошего экологического состояния водных объектов, в т.ч. в пределах коридоров развития гидроморфологических изменений (меандрирования) водотоков, являются Водный кодекс Украины (ВКУ) и Земельный кодекс Украины (ЗКУ). Кроме этого, в Украине уже утверждена и действует методика отнесения МПВ к одному из классов экологического и химического состояний, а также отнесения искусственных или существенно измененных МПВ к одному из классов экологического потенциала [3].

Определение экологического состояния МПВ осуществляют по биологическим, гидроморфологическим, химическим и физико-химическим показателям, которые обобщенно характеризуют состояние МПВ. Гидроморфологические, химические и физико-химические показатели, характеризующие МПВ, дополняют биологические показатели. Для каждого типа МПВ устанавливаются референционные условия, являющиеся начальными величинами для установления предельных значений классов и используемых для определения экологического состояния МПВ.

Для классификации, графического отображения и картографирования состояния МПВ используют пять классов экологического состояния МПВ, которые обозначаются соответствующими цветами: I класс – соответствует экологическому состоянию «отличное» (синий цвет); II класс – «хорошее» (зеленый цвет); III класс – «удовлетворительное» (желтый цвет); IV класс – «плохое» (оранжевый цвет); V класс – «очень плохое» (красный цвет).

Оценка гидроморфологических показателей выполняется согласно методике гидроморфологического мониторинга массивов поверхностных вод категорий «Реки» и «Озера» [4], которая разработана для применения на практике и предусматривает осуществление оценки речной или озерной природной среды с целью его возвращения к первичным референционным условиям.

Репрезентативные участки для обследования устанавливаются по топографическим картам и на основе карт МПВ. Для каждого типа категории «Реки» референционные условия определяются с использованием старых карт, архивных источников (материалов экспедиционных исследований, исторических документов и т.п.), космических снимков, аэрофотосъемок, ортофотопланов. Если референциальные условия для любого конкретного типа не могут быть найдены, то их определяют по другим регионам путем моделирования, применяя метод аналогий.

Показатели, включенные в оценку гидроморфологического состояния МПВ категории «Реки», разделяются на «основные» и «вспомогательные». «Основные показатели» используется для определения «отклонения от естественного состояния» в результате антропогенного воздействия на гидроморфологию реки. «Вспомогательные показатели» позволяют учесть особенности каждого типа МПВ. Для оценки каждой категории гидроморфологических показателей используется группа баллов А (с количественными данными) и группа баллов Б (с качественными данными) [4].

## Полученные результаты и их обсуждение

Рассматривая водотоки в контексте процессов их самодинамики в коридоре развития водотока, прежде всего, следует понимать, что они будут происходить как в руслах водотоков, так и на территории вдоль их берегов. Согласно ВКУ и ЗКУ, эти территории являются «землями водного фонда», к которым относятся, в т.ч., земли, занятые реками и ПЗП вдоль рек и ручьев. Земли водного фонда могут находиться только в государственной или коммунальной собственности. ПЗП является частью водоохранной зоны (ВОЗ) водного объекта соответствующей ширины, в которую входят пойма водотока, первая надпойменная терраса, бровки и крутые склоны берегов, близлежащие балки и овраги.

ВОЗ является природоохранной территорией регулируемой хозяйственной деятельности. В рамках ПЗП установлен более строгий режим хозяйственной деятельности, чем на остальной территории ВОЗ. Строгий режим хозяйственной деятельности означает, что на территории ПЗП запрещено распахивать земли, заниматься огородничеством и садоводством, устраивать летние лагеря для скота, базы отдыха, дачи, гаражи, стоянки и мойки автомобилей и т.п. На территории ПЗП разрешается строить только гидротехнические, гидрометрические и линейные сооружения. Согласно ст. 88 ВКУ ПЗП устанавливаются вдоль берегов рек, ручейков и вокруг водоемов вдоль уреза воды в меженный период. На местности (в натуре) границы ПЗП и ВОЗ закрепляют специальными охранными знаками. ПЗП создаются с целью защиты поверхностных водных объектов от загрязнения и засорения и для сохранения их водности.

Согласно ч. 1 ст. 25 Закона Украины «О землеустройстве» от 22.05.2003 г. документация по землеустройству разрабатывается в виде схемы, проекта, рабочего проекта или технической документации. Утвержденная документация по землеустройству должна быть публичной и общедоступной. Согласно ст. 60 ЗКУ границы ПЗП указываются в документации по землеустройству, кадастровых планах земельных участков, а также в градостроительной документации. Однако отсутствие проекта землеустройства по установлению ПЗП, как и отсутствие сведений о нем в документации по землеустройству, не свидетельствует об отсутствии самих ПЗП в пределах, определенных нормами ст. 88 ВКУ, независимо от форм собственности на землю.

Согласно действующего «Порядка определения размеров и границ ВОЗ и режима ведения хозяйственной деятельности в них» (1996 г.) ВОЗ имеет внутреннюю и внешнюю границы. Внешние границы и размер ВОЗ определяют по специальным проектам. Порядок определения и режима хозяйственной деятельности на территории ВОЗ устанавливаются Кабинетом Министров Украины. Внутренняя граница ВОЗ и, соответственно, внутренняя граница ПЗП, совпадает с минимальным уровнем воды в водном объекте. Следует отметить, что для определения внешних границ ПЗП ВКУ предусмотрен линейный (геометрический) подход, согласно которому ширина и границы ПЗП устанавливается в зависимости от площади водосбора водотока, размеров водоема и крутизны их склонов. Ввиду специальных мер, призванных минимизировать негативное влияние антропогенного освоения ПЗП, реализуемых в пределах населенных пунктов (обустройство набережных, создание систем водоотвода и водоочистки, в т.ч. хозяйственно-бытовой и дождевой канализации), размеры ПЗП в случаях, предусмотренных градостроительной документации (генеральные планы населенных пунктов, детальные планы территорий) могут подлежать уменьшению.

Согласно ст. 88 ВКУ и ст. 60 ЗКУ ПЗП устанавливаются по берегам рек и вокруг водоемов вдоль уреза воды (в меженный период) шириной: для малых рек, ручейков, а также прудов площадью менее 3 га – 25 м; для средних рек, водохранилищ на них и прудов площадью более 3 га – 50 м; для больших рек, водохранилищ на них и озер – 100 м. Согласно ст. 79 ВКУ, в зависимости от водосборной площади бассейна, реки делятся на большие, средние и малые. К большим относятся реки, расположенные в нескольких географических зонах и имеющие площадь водосбора более 50 тыс. км$^2$. К средним относятся реки, имеющие площадь водосбора от 2 до 50 тыс. км$^2$. К малым относятся реки с площадью водосбора меньше 2 тыс. км$^2$. Если крутизна склонов превышает три градуса, то минимальная ширина ПЗП удваивается. Определенные ВКУ нормы императивны, поэтому для установления границ ПЗП за пределами населенных пунктов не нужно разрабатывать специальные проекты землеустройства, но нужно знать положение уреза воды в меженный период. Следует отметить, что в ст. 88 ВКУ не указывается водность года (многоводный, маловодный, средний по водности год и/или его обеспеченность) в меженный период которого определяется положение уреза воды, знать которое необходимо для установления ПЗП по берегам реки. Однако в ст. 82 ВКУ указано, что определение объемов

регулирования стока искусственными водоемами для любых по размеру рек осуществляется с учетом объема стока этой реки в расчетный маловодный год, наблюдаемый один раз в двадцать лет, то есть в очень маловодный год обеспеченностью *P=95%*. Следовательно, с учетом выше изложенного можно принять, что положение уреза воды, нужного для определения ширины и границ ПЗП по берегам реки, надо определять для меженного периода в расчетный маловодный год, наблюдаемый один раз в двадцать лет (обеспеченностью *P=95%*) [5].

При определении внутренних и внешних границ ПЗП и ВОЗ камеральными методами могут быть использованы топографические планы разных масштабов. Однако в этом случае следует учитывать, что на планах масштабов 1:500-1:1000 урезы воды показывают по их фактическим отметкам (высотам) на дату съемки, а на планах масштабов 1:2000-1:5000 урезы воды, как правило, приводят к среднему за многолетний период меженному уровню. Отметим, что некоторыми украинскими учеными [6] предлагается внутреннюю границу ВОЗ и ПЗП, для ручьев, рек и озер определять от их береговой линии (контуров бровки), а на меандрирующих участках ручьев, малых и средних рек – от пояса меандрирования. При невозможности определения контуров бровки, внутренние границы ВОЗ и ПЗП предлагается определять от уреза среднего многолетнего уровня воды, как, например, в Германии.

На сегодня в Украине существуют лишь единичные примеры восстановления стока воды и профилей русел малых рек к приближенным к природным формам. Некоторые проекты реализованы в пределах Одесской области. Например, проект реконструкции русла р. Ягорлык, который завершился в 2021 г. и осуществлялся путем искусственного восстановления основных гидроморфологических характеристик русла реки и устранения искусственных помех (дамб) в русле реки на участке более 8 км от с. Довжанка до с. Розовка (https://mepr.gov.ua/news/37854.html). Фактически это был проект «строительно-монтажных работ», который осуществлялся с использованием соответствующей строительной техники путем ликвидации подпорных сооружений (насыпей, заготовок) в русле, водопропускного сооружения в дамбе автодороги и расчистки русла от корневищ тростника и иловых отложений [7]. К сожалению, примеров применения в Украине инженерно-биологических методов восстановления гидроморфологических элементов малых или средних рек [8] путем запуска самодинамических процессов развития (меандрирования) водотоков пока нет.

Моделирование и прогнозирование деформаций русел в пределах коридора развития водотока во время самодинамики (ренатурализации) рек следует выполнять на основании комплексных исследований гидрологического режима, морфологического строения русла, растительности вдоль реки и т.п. Кроме этого, следует подробно изучить существующие законодательные ограничения в хозяйственной деятельности в границах ПЗП водотоков, наличие и использование кадастровых земельных участков, имеющуюся застройку в пределах населенных пунктов и т. д. Для этого следует разработать и официально утвердить на государственном уровне порядок и методику ренатурализации рек (восстановления их хорошего экологического состояния) по гидроморфологическим показателям с применением как инженерно-биологических методов, так и других методов строительства. Кроме этого, нужно на законодательном уровне ввести и принять новую терминологию, которая будет определять, например, что такое «ренатурализация водотока», «самодинамика водотока», «коридор развития водотока» и др. Необходимо, чтобы было четко определено какой подход к процессу восстановления самодинамики реки следует использовать в тех или иных исходных условиях и имеющихся вопросах. Например, как осуществлять ренатурализацию, если русло реки в прошлом было искусственно спрямлено и/или канализовано, однако рядом с искусственным руслом до сих пор сохранились старые меандры реки, в которых еще можно восстановить сток воды? Или, например, каким способом выполнить восстановление русла на участке реки, где раньше было водохранилище, которое при составлении ПУРБ решено ликвидировать, а на его участке восстановить естественное русло реки, положение которого известно из старых карт? Также следует отметить, что, например, в Германии положение бровки берега реки определяется как граница водотока после его обследования и записи в кадастре. Данная кадастровая информация там регулярно обновляется. В Украине эта информация в кадастре, отсутствует, а внутренняя граница ПЗП является скорее ориентиром для описания водотока. К сожалению, при определении границ кадастровых земельных участков землеустроители не всегда учитывают границы ПЗП водных объектов. Это можно увидеть и оценить в онлайн режиме с помощью Публичной кадастровой карты Украины (https://map.land.gov.ua/). Однако на период военного положения свободный доступ к этому и другим геопорталам данных ограничен.

## Выводы

Установлено, что на территории Украины сумма удвоенной ширины ПЗП реки и ширины самой реки (в меженный период в расчетный маловодный год, наблюдаемый один раз в двадцать лет обеспеченностью *P=95%*) фактически и будет соответствовать той минимальной ширине коридора развития водотока, в пределах которого будут проходить процессы самодинамики (меандрирования) во время ренатурализации реки. Максимальная ширина коридора развития может быть равна размерам ВОЗ водотока. Участки рек в пределах населенных пунктов, где размеры ПЗП минимальны и устанавливаются с учетом градостроительной документации, принадлежат к «транзитной» зоне, где самодинамика реки будет ограниченной (или полностью отсутствовать).

При планировании мероприятий по ренатурализации рек Украины нужно обязательно учитывать то, что большое их количество будет находится на территориях, «загрязненных» взрывоопасными предметами в результате ведения боевых действий. С учетом возможной опасности, а также вероятного дефицита средств, в условиях действующего сейчас военного положения и послевоенного периода, следует выбирать наиболее экономически выгодные (самые дешевые), но в то же время наиболее «естественные» проекты ренатурализации рек. Для этой цели инженерно-биологические методы максимально выгодны, потому что менее опасны с точки зрения минимального объема работ, связанных с привлечением специальной строительной техники и земляными работами, а, соответственно, с меньшей вероятностью взорваться на минах и других боеприпасах. Одновременно они на порядок менее затратные по финансам по сравнению с методами ренатурализации с помощью строительной техники.

## Литература


1. Голубєв Ю.О. Ревіталізація малих річок. Упорядкування водоохоронних зон та прибережних захисних смуг водних об’єктів. Київ: ТОВ «ЕКОБЕРЕГ», 2021, 26 с.
2. Методичні рекомендації щодо визначення основних антропогенних навантажень та їхніх впливів на стан поверхневих вод. Схвалено Науково-технічною радою Державного агентства водних ресурсів України (протокол від 27.11.2018 р. № 2).
3. Методика віднесення масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного та хімічного станів масиву поверхневих вод, а також віднесення штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод до одного з класів екологічного потенціалу штучного або істотно зміненого масиву поверхневих вод. Затверджено наказом Міністерства екології та природних ресурсів України від 14.01.2019 р. № 5.
4. Методика гідроморфологічного моніторингу масивів поверхневих вод категорій «Річки» та «Озера». Затверджено наказом Українського гідрометцентру ДСНС України від 19.02.2019 р. № 23.
5. Loboda N., Hryb O., Yarov Ya., Pylypiuk V., & Balan A. (2020). Monitoring of coastal protective strips of the Velykyi Kuyalnyk River and recommendations for their state improvement in the future // In Abstracts of the International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020» (December 7-9, 2020). P. 1-5.
6. Шевчук С.А., Вишневський В.І., Козицький О.М., Ворошнов С.М., Шевченко І.А. Методика з визначення меж водоохоронних зон, прибережних захисних смуг і смуг відведення з особливим режимом використання (з урахуванням проекту змін до ВКУ). Київ: Інститут водних проблем і меліорації, 2016, 42 с.
7. Звіт з оцінки впливу на довкілля виконання робіт щодо екологічного відновлення ділянки річки Ягорлик від с. Довжанка до с. Розівка. Одеса, 2020. 79 с.
8. Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie (Hrsg.) (2011): Handbuch zur naturnahen Unterhaltung und zum Ausbau von Fließgewässern – Schriftenr. Thür. Landesanstalt für Umwelt u. Geologie Nr. 99.


# ВЛИЯНИЕ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ


***А.В. Гуманюк, А.П. Погребняк, Л.Г. Майка, В.Ф. Хлебников***

*ГУ Приднестровский НИИ сельского хозяйства*

*Приднестровский госуниверситет,*

*г. Тирасполь, Республика Молдова*

*E-mail: gumaniuc_alexei@mail.ru*



**Abstract:** The main task of this work was to analyze the existing long-term meteorological information in the region, its connection with climate warming, which we have already written about earlier, and to determine the relationship of air temperature and precipitation with the yield of winter wheat, which is one of the

main agricultural crops of the region. The changes in air temperature and precipitation in the annual context and during the growing season were monitored, and the trend of these indicators was determined. Over 70 years of observations, seasonal changes in air temperature and precipitation have been studied, and the reason for the increase in yield has been shown, despite the deterioration of meteorological conditions.

**Key words:** climate warming, air temperature, precipitation, yield, winter wheat.

## Введение

Экономика нашего региона в ближайшие десятилетия будет зависеть в первую очередь от степени адаптации сельского хозяйства к глобальным изменениям климата, во вторую – от современных рыночных условий и от наличия материально-технических и денежных средств.

Директор Центра экономики окружающей среды и природных ресурсов НИУ ВШЭ Георгий Сафонов заявил, что «Огромные усилия и инвестиции в повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, включая новые технологии, генную инженерию и прочее, уже не компенсируют потери от участившихся засух и других погодно-климатических явлений» [7]. Ученые Корнельского университета (США), пришли к выводу, что, несмотря на то, что благодаря другим факторам в целом сельскохозяйственная отрасль продолжает развиваться, она не становится более устойчивой к глобальному потеплению и, что с 1960 года человечество уже потеряло 21 процент роста сельскохозяйственного производства [12].

Директор Главной геофизической обсерватории Росгидромета Владимир Катцов пояснил, что согласно докладу Росгидромета о состоянии климата в России с 1970-х годов, прирост температуры за последние десять лет в России составил 0,51 градуса, тогда как среднемировой показатель прироста не выше 0,18 градусов [9], а группа ученых Оренбургского госуниверситета [5] пишет, что с 199.0 по 2018 годы температура зимнего периода по сравнению со среднемноголетними значениями повысилась на 3,5°С, а сельскохозяйственного года для озимых культур (сентябрь-август) – на 1,9°С, количество осадков при этом увеличилось на 20 мм. Это очень важно, так как К.Г. Шульмейстер [6] утверждает, что основными показателями поражения с.-х. культур засухой являются осадки и температура воздуха.

По мнению заведующего лабораторией климатологии Института географии РАН Владимира Семенова, в ближайшие 50 лет в России станет теплее на 3-4 градуса [8].

Многие считают, что увеличение температуры негативно скажется на урожае пшеницы, риса и кукурузы в тропических и умеренных широтах [10]. Аридизация климата приведет к массовому исчезновению многих видов растений. В 2002 году биолог Э.О. Уилсон подсчитал, что при сохранении текущих темпов антропогенного разрушения биосферы половина всех видов растений и животных на Земле исчезнет в течение 100 лет, а другая группа ученых из 14 исследовательских центров по биоразнообразию, согласно обзору 2003 года, придерживается мнения, что из-за изменения климата к 2050 году 15-37% наземных видов живых существ исчезнут [11].

На наш взгляд, для смягчения последствий от потепления климата на современном этапе необходима посадка деревьев, параллельно надо работать над поиском новых источников энергии, совершенствовать технологии и транспорт, так как они являются основными источниками выбросов $CO_2$ в атмосферу.

График основан на математической модели Эдварда Уилсона и других, связывающей исчезновение видов с утерей мест обитания.

## Задачи и методология их решения

Главная задача данной работы сводилась к анализу существующей в регионе многолетней метеорологической информации, в связи с потеплением климата, о которой мы уже писали ранее [2], и определению взаимосвязей температуры воздуха и осадков с урожайностью озимой пшеницы, являющейся одной из основных сельскохозяйственных культур региона. Был проведен мониторинг изменения температуры воздуха и осадков в годовом разрезе и за период вегетации, а также был определен тренд этих показателей. Изучены сезонные изменения температуры воздуха и осадков за 70 лет, показана причина повышения урожайности, несмотря на ухудшение метеорологических условий.

## Полученные результаты

Исследования влияния изменений климата на развитие сельского хозяйства в мире в целом и в нашем регионе в частности в последние десятилетия является очень актуальными. В ближайшем будущем для многих стран эта проблема станет стратегической, так как в связи с прогнозируемым снижением урожайности многих сельскохозяйственных культур от нее во многом будет зависеть их продовольственная безопасность. В связи с этим для принятия правильных управленческих решений очень важно знать воздействия климатических факторов на урожайность различных культур.

Регулярные наблюдения за температурой воздуха на АМС г. Тирасполь ведутся с 1945 года. За этот период среднегодовые температуры воздуха варьировали очень сильно – от 7,9 °С (85 г.) до 12,7 °С (2020 г.), имея положительный тренд (рис. 1).

Сгруппировав период наблюдения за основными метеорологическими показателями по десятилетиям, четко стало видно, что существенный рост среднегодовой температуры воздуха начинается после 1991-2000 гг., когда по сравнению с первым десятилетием она выросла на 0,4°С, потом на 1 и 1,6 °С, а отдельно в самом теплом 2020 году – аж на 2,9 °С (табл. 1).

Рост весенних температур начался после 1961 года, зимних – после 1971, летних – после 1991 г. и осенних – после 2001 года, достигая максимальных положительных отклонений в последнем десятилетии.

Если в степной зоне Южного Урала повышение температур сопровождалось и увеличением количества осадков, то у нас в последние 3-5 десятилетия их количество уменьшается, особенно в летние месяцы, когда растения особенно нуждаются во влаге (рис. 2). Более наглядно это можно увидеть на третьем рисунке.

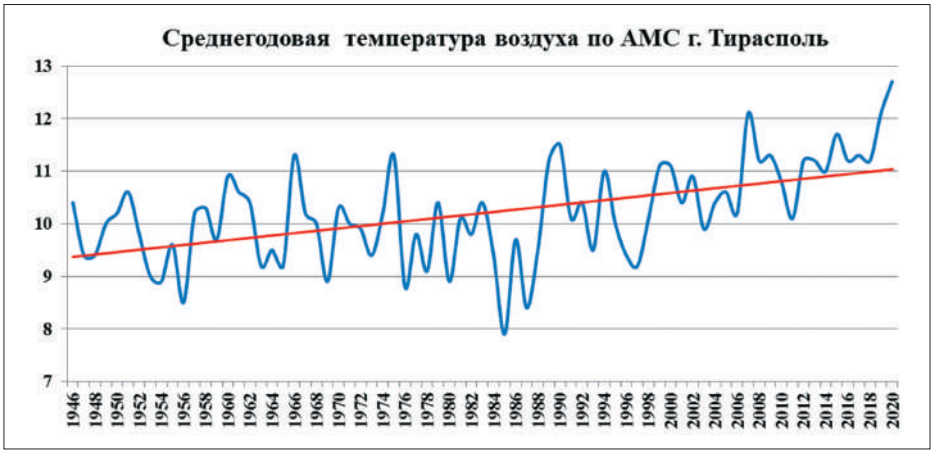



**Рисунок 1.** Среднегодовая температура воздуха

**Таблица 1. Изменение температур воздуха за последние 70 лет, вызванные потеплением климата**

| Годы | Среднегодовая температура воздуха, градус | Суммарные отклонения температуры воздуха, градус | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | За год | За период активной вегетации с.х. культур (апрель-сентябрь) | По временам года | | | |
| | | | | зима | весна | лето | осень |
| 1951-1960 | 9,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1961-1970 | 10,0 ‘ | + 0,2 | + 0,19 | -0,7 | + 1,1 | -1,5 | + 0,8 |
| 1971-1980 | 9,8 | 0 | -0,36 | + 0,2 | + 0,9 | -1,0 | -0,2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1981-1990 | 9,8 | 0 | -0,19 | + 0,2 | + 1,0 | -0,9 | -0,2 |
| 1991-2000 | 10,2 | + 0,4 | + 0,39 | + 0,4 | + 1,2 | + 0,3 | -0,1 |
| 2001-2010 | 10,8 | + 1,0 | + 0,94 | + 0,4 | + 1,7 | + 1,0 | + 0,9 |
| 2011-2020 | 11,4 | + 1,6 | + 1,73 | + 1,2 | + 2,4 | + 1,6 | + 1,4 |
| 2020 | 12,7 | + 2,9 | + 1,84 | + 3,8 | + 2,4 | + 2,3 | + 3,3 |

В структуре посевных площадей нашей зоны озимая пшеница занимает ведущее место – ежегодно ею засевают более 60% земель, отводимых под зерновые и зернобобовые культуры [4], поэтому каким образом отражается потепление климата на урожайность этой культуры, имеет первостепенное значение.

Анализируя температуру воздуха периода вегетации озимой пшеницы были получены аналогичные закономерности, что и для годовых циклов, с той лишь разницей, что абсолютные значения были ниже – 3,6°С в 1954 году и 9,4°С в 2020 году (рис. 4).

Чаше всего урожайность озимой пшеницы имела прямую корреляцию с осадками и обратную с температурой воздуха (рис. 5 и 6), особенно после 2005 года.

Казалось бы, что повышение температуры воздуха и уменьшение количества осадков должно было привести к снижению урожайности, однако этого не произошло. Наоборот, тренд по урожайности был положительным. Объяснить это можно тем, что на урожайность озимой пшеницы влияют не только климатические, но и другие факторы. Такими технологическими факторами являются орошение и удобрения, но поскольку в нашем регионе пшеницу мало кто возделывает при орошении, то объяснить повышение ее урожайности можно только удобрениями. Тем более, что наши исследования показали, что в богарных условиях в годы с разной обеспеченностью осадками минеральные удобрения в среднем повышают урожайность озимой пшеницы на 37-70% (рис. 7).

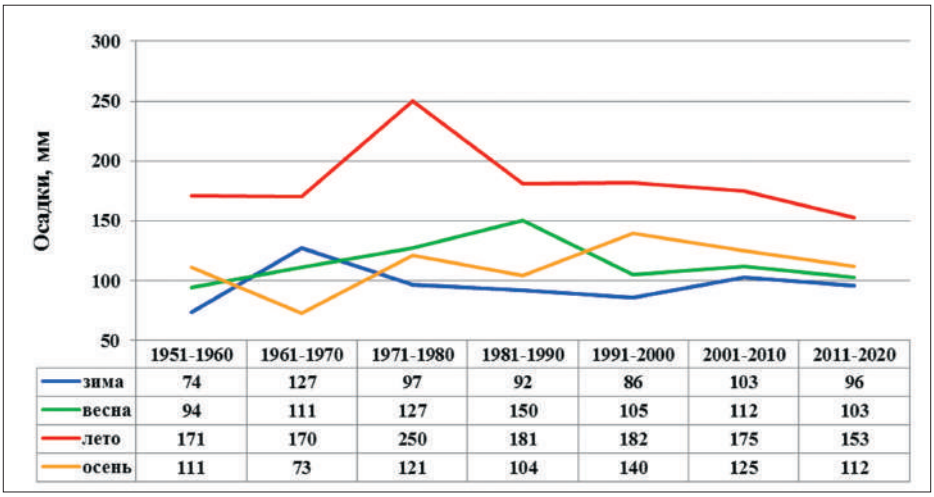



**Рисунок 2.** Количество выпадающих осадков по временам года

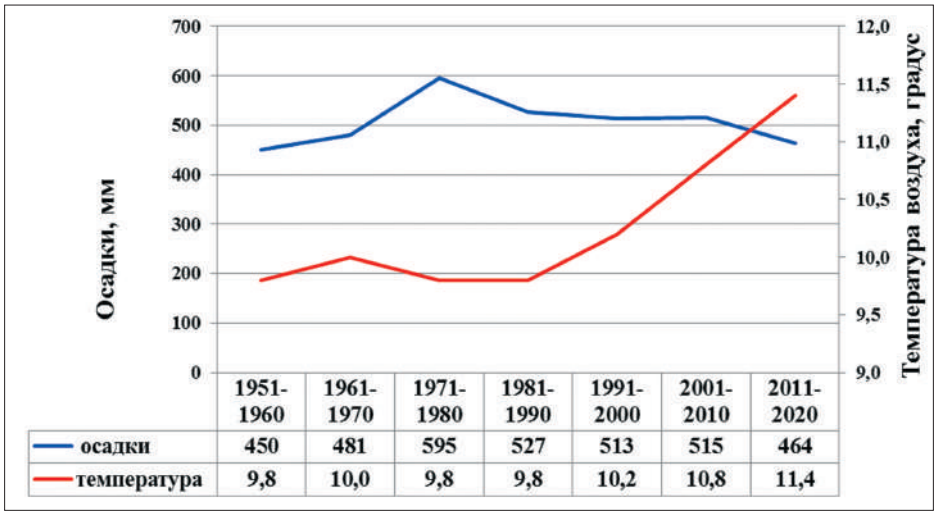



**Рисунок 3.** Среднегодовые температуры воздуха и количество осадков

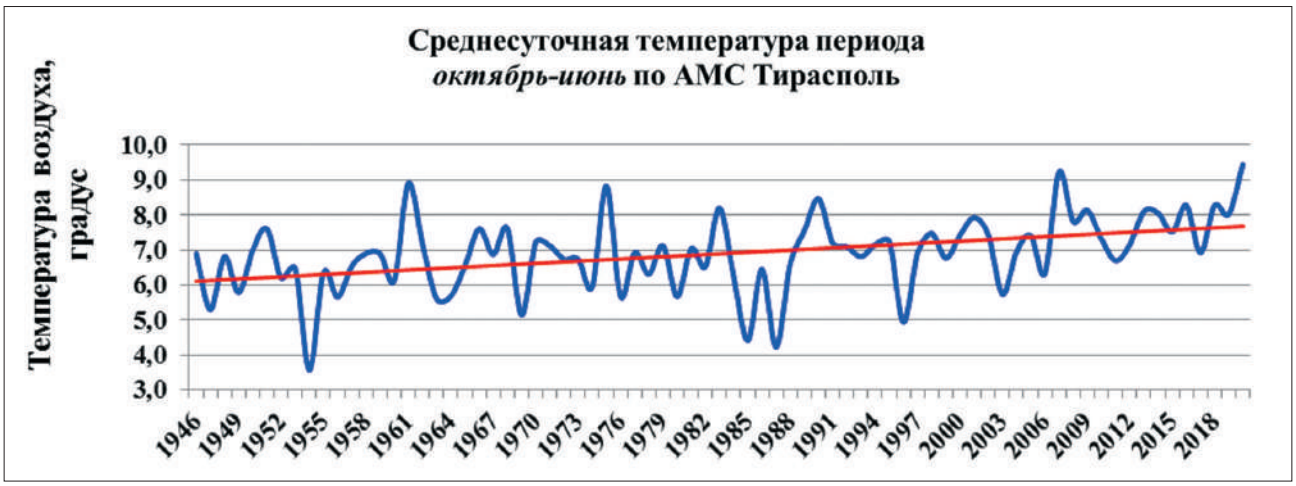



**Рисунок 4.** Среднесуточная температура воздуха периода вегетации озимой пшеницы и ее тренд

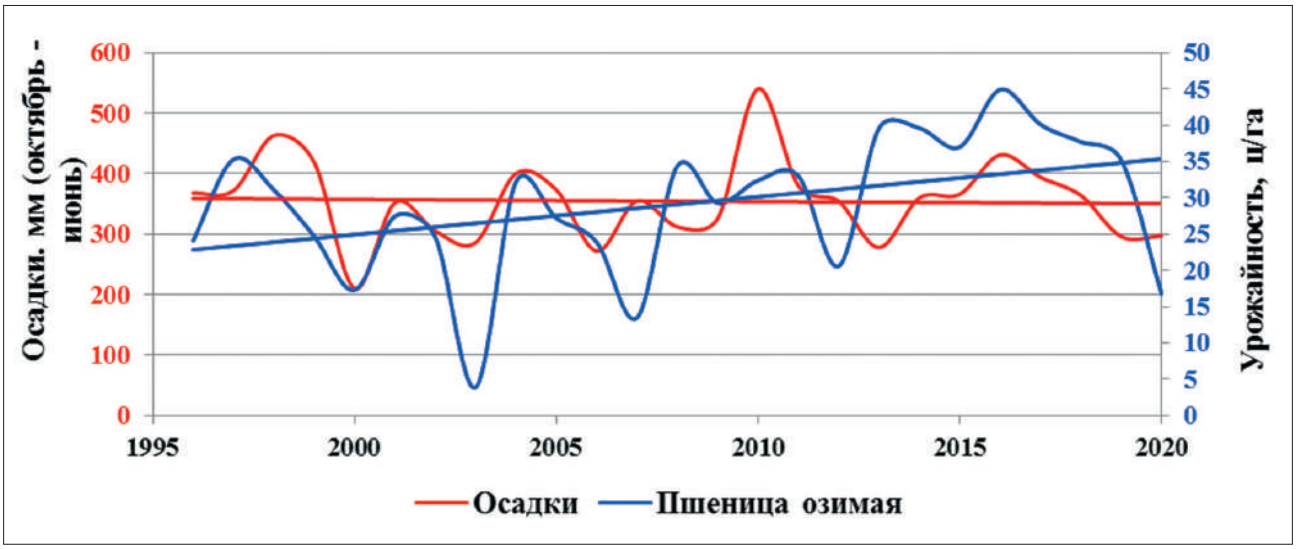



**Рисунок 5.** Зависимость урожайности озимой пшеницы от количества выпадающих за период вегетации осадков

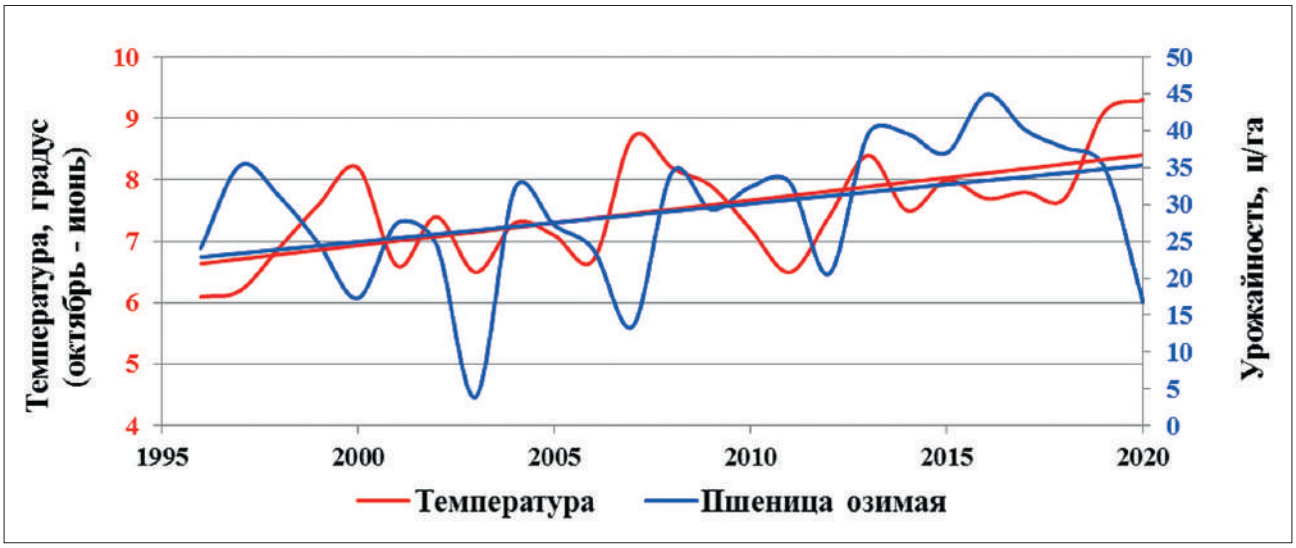



**Рисунок 6.** Зависимость урожайности озимой пшеницы от температуры воздуха периода вегетации

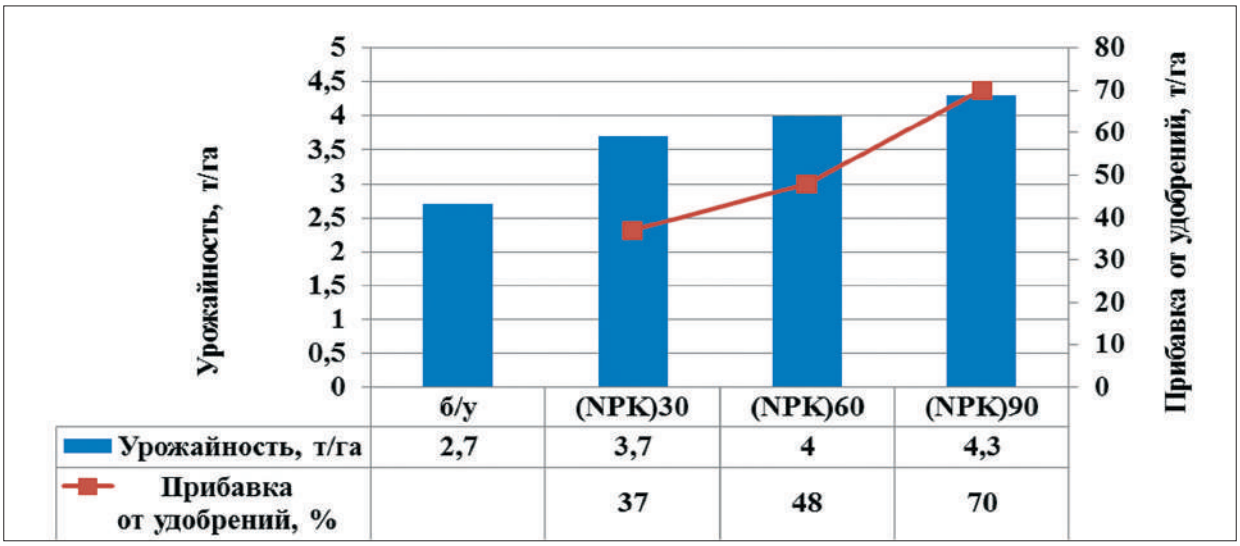



**Рисунок 7.** Зависимость урожайности озимой пшеницы, возделываемой в богарных условиях от минеральных удобрений

П.В. Дружинин в 2013 году [3] писал, что в Карелии «Урожайность овощей после непродолжительного спада стала расти. Увеличение урожайности частично связано с вложением инвестиций в освоение современных технологий».

Положительный тренд изменения урожайности озимой пшеницы в Приднестровье, на наш взгляд, связан со значительным увеличением инвестиций в приобретение удобрений. После распада СССР на гектар пашни вносили по 10 кг д.в. минеральных удобрений, под пшеницу – по 19 кг д.в./га (рис. 8), а сейчас – соответственно по 107 и 120 кг д.в./га.

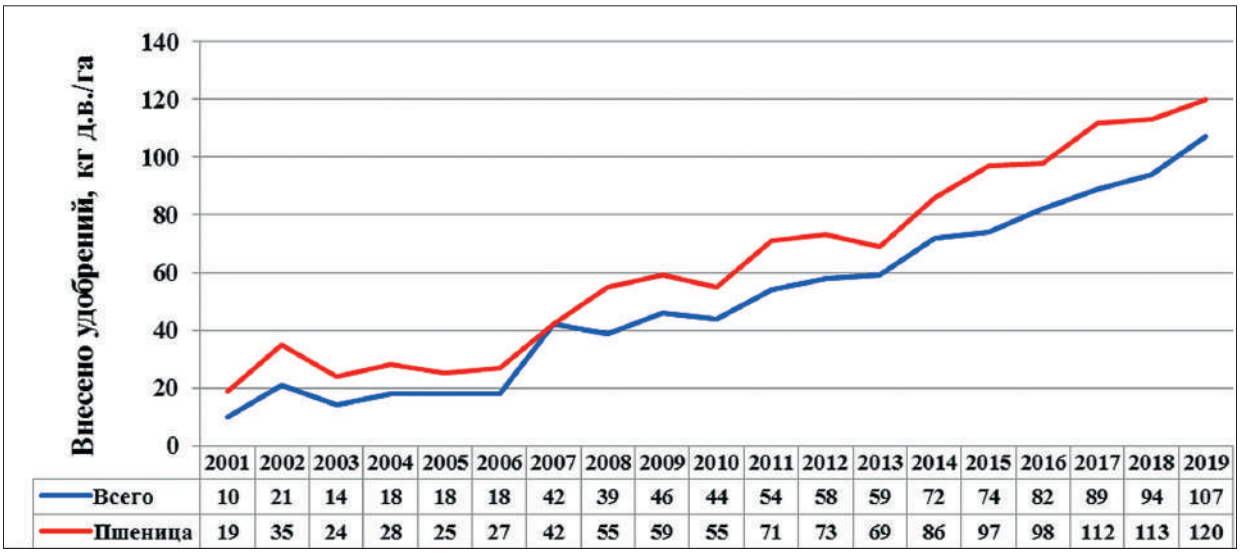



**Рисунок 8.** Количество вносимых удобрений

## Заключение

В последние три десятилетия в Южном Приднестровье наблюдается резкое потепление климата (0,4-1,6 °С), сопровождающееся отрицательными трендами для годового и сезонного количества выпадающих осадков и положительными трендами для температуры воздуха. Однако, ухудшение климатических условий пока что не снизило урожайность озимой пшеницы и связано это с увеличением инвестиций в приобретение минеральных удобрений. Предполагаем, что дальнейшее повышение количества применяемых удобрений не будет способствовать увеличению урожайности и станет

экономически неоправданным, поэтому для стабилизации ситуации в зернопроизводстве необходимо восстанавливать орошение [I] и шире внедрять элементы органического земледелия.

### Литература


1. Голобородько СП., Димов О.М. Глобальное изменение климата: причины возникновения и последствия для сельскохозяйственного производства Южной Степи // Мелиорація і водне господарство. – 2019, №1, с. 88-98.
2. Гуманюк А., Майка Л. Аридизация и ее последствия для сельского хозяйства. Folosirea rațională a resurselor naturale – baza dezvoltării durabile // Materialele conferinței științifice internationale consacrată celor 10 ani de activitate a facultații de științe ale naturii și agroecologice a Universitajii de Stat «Alecu Russo» din Bălți, octombrie 10-11 2013. – P. 127-130.
3. Дружинин П.В. Влияние климатических изменений на урожайность в сельском хозяйстве Карелии // Уч. Зап. Петрозаводск. гос. ун-та. Сер.: Обществ. и гуманитар. науки, 2013, № 1 (130), с. 94-98.
4. Коваль Е.М. Итоги деятельности агропромышленного комплекса ПМР за 2017-2019 гг. Селекция, семеноводство и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: Докл. Междунар. научно-практ. конф., посв. 90-летию со дня основания института, 10 апреля 2020 / отв. ред.: А. В. Гуманюк. – Тирасполь: Eco-TIRAS, 2020. – с. 7-18.
5. Максютов Н.А., Зоров, А.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., Кафтан Ю.В., Зенкова Н.А. Урожайность сельскохозяйственных культур в условиях засухи степной зоны Южного Урала // Изв. Оренбургского гос. ун-та. – 2019, №5 (79), с. 20-23.
6. Шульмейстер К.Ф. Борьба с засухой и урожай. М.: Агропромиздат, 1988. 263 с.
7. https://news.rambler.ru/ecologv/46146573-nazvana-stoVaschava-pered-rossiey-ugroza/?utm_source=email<feutm medium=r_news dailv&utm campaign n=2021-04-04&utm content=news media&utm term^mainnews 10.
8. https://news.rambler.ru/weather/46247938/?utm_content==news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink.
9. https://pogoda.mail.ru/news/45927937/.
10. https ://uglekislvgaz.ru/dioksid-ugleroda/globalnoe-poteplenie/.
11. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0°/o93°/oD0°/oBB°/oD0%BE°/oD0°/oB1%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%B-D%D0%BE%D0%B5%D0%BF%D0%BE°/J)1%82%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.
12. https://www.vazhno.ru/a/71228/20210404/rossiya-stolknetsya-s-golodom-predpolozhili-eksperty/ab-intext/.


## IDENTIFICATION OF ENVIROMENTAL RISK ZONES OF THE KUCHURGAN RIVER BASED ON HYDROCHEMICAL INDICATORS


***M. Daus, Y. Daus***

*Odessa National Maritime University,*

*34, Mechnikov str., Odessa, Ukraine, 65029*

*Contact phone number+38(067)134-15-18; Email: dme2468@gmail.com*


### Introduction

Water resources of the North – Western Black Sea region small rivers are part of the structural territorial elements of the ecological network. They play a significant role in the development of the territorial economy, zoological and landscape diversity, and increase the natural resource potential of the region. Small rivers are water bodies of high ecological importance, have a wide domestic and fishery use, require careful study and constant and organized monitoring. Therefore, the topic of this work can be considered relevant.

The Kuchurgan River is one of the left tributaries of the Dniester in its lower reaches, flows through the territory of the Odesa region for 104 km and, partially, through the territory of Moldova. The river has a favorable physical and geographical position, therefore, since the middle of the last century, it has been widely used by people. In recent decades, due to the rapid development of industry, agriculture and the creation of a cascade of ponds in the riverbed and on its tributaries, the anthropogenic pressure on the water body has increased, and the state of water quality has deteriorated significantly due to the lack of comprehensive measures to improve this situation.

The current state of use and development of the river basin is high. Many people live in this area. In recent

years, a steady development of recreational fishing and recreation in the coastal zone has been observed on the Kuchurgan River.

The aim of the work was to assess the water quality of the river. Kuchurgan using the index of water pollution (WPI modified) and the suitability of its use for the needs of fisheries [1], as well as to assess the likelihood of environmental risks of water pollution in the Kuchurgan river for many years.

The Kuchurgan River belongs to the East European type rivers. The river is fed mainly by snow: during the spring flood, about 80% of the river runoff passes, the participation of rain and ground runoff is small. Water belongs to the hydro carbonate class. The length of the river is 119 km, the area of the basin is 2090 km$^2$, the density coefficient of the network is 0,11 km/km$^2$, the average slope of the river is 1,6‰, the population is 0,57%, the waterlogged area is 0,57%, the plowed area is 58,8%. The river is heavily regulated, 33 dams have been built on the river and its tributaries, and 28 settlements are located along the coastline [1].

## Material and methods

When assessing water quality and environmental risks, the observational data of the Odesa Regional Water Management Department were analyzed on the chemical composition of water at the post of the river. Kuchurgan – Stepanivka village for the period of 2009-2018.

To assess the quality of surface waters, a modified hydro chemical index of water pollution (WPI) [2] was used, in which some of the indicators are constant, and the others are those with the highest relation to MAC so that the total number of indicators is six. WPI modified was calculated by the formula [2, 3]:

$$WPI = \frac{1}{6}\sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{MAC_i}, \quad (1)$$

where $C_i$ is the average concentration of one of the six water quality indicators, $MAC_i$ is the maximum allowable concentration of each of the six water quality indicators.

Depending on the calculated value of the WPI, seven classes of water pollution were identified: I – very clean (WPI ≤0,2); II – pure (WPI 0,2-1,0); III – moderately polluted (WPI 1,0-2,0); IV – polluted (WPI 2,0-4,0); V – dirty (IZV 4,0-6,0); VI – very dirty (WPI 6,0-10,0); VII – extremely dirty (WPI >10,0) [4].

When calculating WPI modified, biochemical oxygen demand BOD5 and ammonium nitrogen ($NH_4^+$) were used as mandatory indicators and four indicators with the highest relation to MPC from the list: dissolved oxygen, nitrate nitrogen, nitrite nitrogen, oil products, phenols, silicon, chlorine, magnesium, manganese, copper, zinc, total iron, sulfates, phosphates, surfactants. The WPI calculation method is based on chemicals – indicators of anthropogenic water pollution. This assessment makes it possible to trace the dynamics of water quality over time and the level of anthropogenic pressure on the aquatic ecosystem.

To assess the environmental risk, taking into account the probability of a risk event, the indicator R` was used in the form [5]:

$$R^{`} = \sum_{i=1}^{n}\frac{C_i}{C_{MACi}}\square\frac{N_{ai}}{N_i} > 1, \quad (2)$$

where $C_i$ is the concentration of the i-th pollutant; $S_{maci}$ – maximum allowable concentration; $N_{ai}$ – the number of samples with an indicator exceeding the MAC this year; $N_i$ is the total number of samples taken per year.

## Results and discussion

The results of the study of water quality according to the WPI modified are presented in tables 1 and 2.

**Table 1 – Dynamics of the average annual WPI values of the modified Kuchurgan River for the period 2009-2018**

| Year | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| WPI | 3,70 | 2,42 | 3,33 | 5,13 | 2,73 | 3,29 | 3,02 | 3,99 | 3,42 | 4,11 |

**Table 2 – Frequency (%) of water pollution classes of the river. Kuchurgan according to the WPI modified for the period 2009-2018**

| Pollution class | I | II | III | IV | V | VI | VII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Frequency, % | 0 | 0 | 0 | 80 | 20 | 0 | 0 |

The average value of the WPI of the modified the Kuchurgan river for this period amounted to 3.69, the maximum – 5.13 in 2012, the minimum – 2.42 in 2010.

The results of water quality calculations (Table 2) show that the water of the river. Kuchurgan in 80% – is characterized as polluted, in 20% – as dirty. The change in water quality in the Kuchurgan River over a long period shows that in most cases the water is unsuitable for fisheries use.

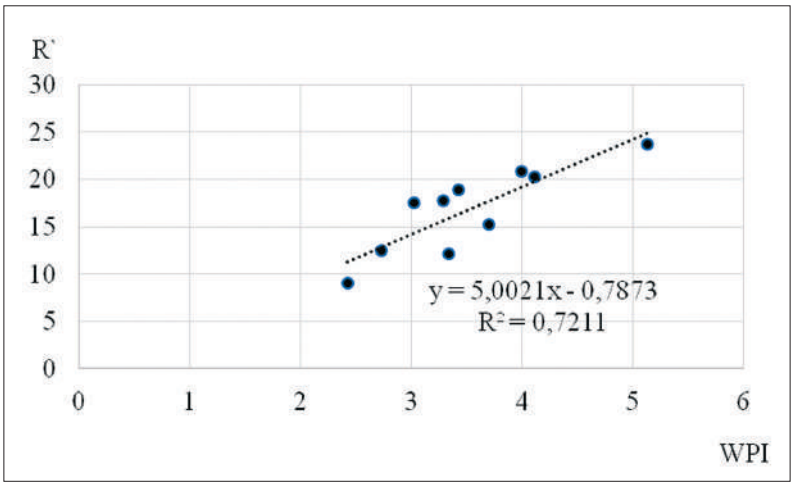
At the next stage of calculations, for each year, the risk indicator R` for fishery needs was obtained, the values of which are presented in Table 3.

**Table 3 – Risk indicator R` in the alignment the Kuchurgan river – Stepanivka village**

| Year | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R` | 15,2 | 9,0 | 12,1 | 23,7 | 12,5 | 17,8 | 17,5 | 20,9 | 18,9 | 20,3 |

The risk indicators R` were checked for compliance with their normal distribution law based on the Gaussian criterion, which was 1,23, i.e. the resulting series R` obeys the normal distribution law. Further, the values of R` and the WPI of the modified were used, a relationship graph was constructed and a linear regression equation was obtained (Fig. 1).

According to the table of water quality classes depending on the modified WPI and the values that were obtained using the equation in Fig. 1, the correspondence between water quality classes and qualitative and quantitative characteristics of the damage level was established (Table 4).

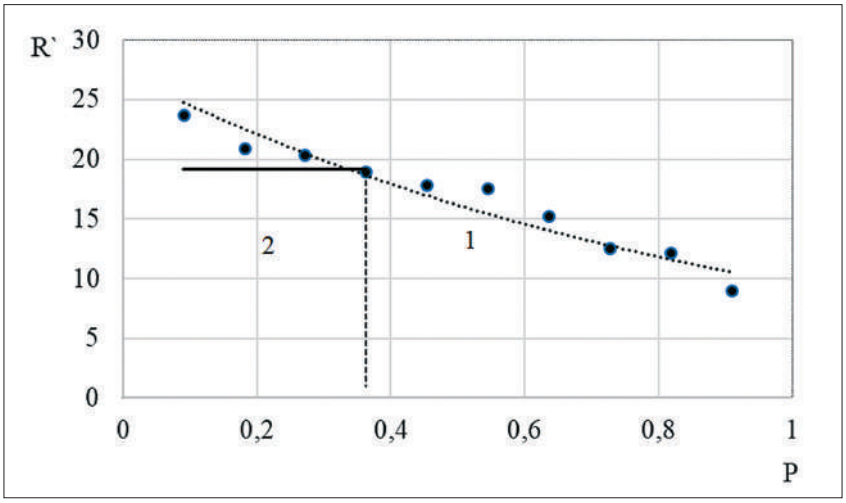



**Rice. 1** – Plot of relation between R` and WPI modified for fishery purposes in the alignment of the Kuchurgan river – Stepanivka village for 2009-2018

**Table 4 – Quantitative characteristics of the probability of damage**

| WPI | R` | Class quality waters | Quality characteristic damage level | Quantitative characteristic of the probability of damage | Zone risk |
|---|---|---|---|---|---|
| <0,2 | < 0,2 | I | Extremely low | 0,0-0,1 | No risk |
| 0,2-1,0 | 0,2 – 4,20 | II | Very low | 0,1-0,25 | Acceptable |
| 1,0-2,0 | 4,21 -9,21 | III | Short | 0,25-0,40 | Admissible |
| 2,0-4,0 | 9,22 -19,22 | IV | Average | 0,40-0,60 | Critical |
| 4,0-6,0 | 19,23 -29,22 | V | High | 0,60-0,75 | |
| 6,0-10,0 | 29,23-49,23 | VI | Very tall | 0,75-0,90 | Catastrophic |
| >10,0 | > 49,23 | VII | Extremely high | 0,90-1,0 | Irreversibility of object quality loss |

Based on the data on R`, an empirical curve of the distribution of security was built and risk zones were identified (Fig. 2).




**Rice. 2** – Empirical curve of distribution of the provision of the risk indicator R` and highlighted risk zones: 1 – critical medium, 2 – critical high

## Conclusions

1. According to the results of the analysis of the values of the modified WPI, it can be said that the water of the Kuchurgan River for the study period belongs mainly to class IV – polluted, i.e. such water is not suitable for the population fishery needs.
2. R` values for fishery needs varied from 9,0 to 23,7. Zones were identified: "zone of high critical risk" (WPI varies within 4,0-6,0), "zone of medium critical risk" (WPI 2,0-4,0). The assessment of environmental risks, the calculations of which are based on the probabilities of exceeding the concentrations of pollutants above the MPC, well reflect the ecological state of the water, they can be used to check the safety of fishery use.

## Literature


1. Ecology passport of region for 2009 – 2016, Odesa region. Internet resourses www.menr.gov.ua (in Ukrainian)
2. Vasenko A.G., Afanasiev S.A. Ecological state of the cross-border sections of the rivers of the Dnieper basin on the territory of Ukraine. – K .: Academ-periodicals, 2002. – 355 p. (in Russian).
3. Snizhko S.I.-Estimating and forecasting of nature water quality K.: NIKA – Tsentr, 2001. – 264 p. (in Ukrainian)
4. Osadchyi V.I., Nabyvanets B.I., Osadcha N.M., Nabyvanets Yu.B. Hidrokhimichnyi dovidnyk. Poverkhnevi vody Ukrainy. Hidrokhimichni rozrakhunky. Metody analizu [Hydrochemical reference book. Surface waters of Ukraine. Hydrochemical calculations. Methods of analysis]. – K.: Nika-Tsentr, 2008. – 655 s. (in Ukrainian).
5. Metodychni rekomendatsii shchodo otsinky ymovirnosti ryzykovykh podii vnaslidok zabrudnennia vodnykh obiektiv ta gruntiv ukrainskoi chastyny Nyzhnodunaiskoho rehionu. 2016. Odesa: FOP Shylov M. V. (in Ukrainian)


# ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПИРОГЕННОГО ФАКТОРА НА СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПЛАВНЕВЫХ ЭКОСИСТЕМ НИЖНЕДНЕСТРОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ


***Тарас Дворецкий***
*Институт гидробиологии НАН Украины*
*просп. Героев Сталинграда, 12, Киев, 044210, Украина*
*e-mail: d.taras.v@gmail.com*


## Введение

Выжигание является наиболее распространенным и также наиболее спорным методом регулирования фиторизноманиття плавневых экосистем [1-6]. В условиях нарушенного гидрологического и промывочного режима территорий низовья Днестра, он является преимущественно положительным

фактором поскольку позволяет изъять избыток мортмассы растительности плавней, улучшить кислородный режим и способствует лучшему прорастанию семян и отрастанию молодых побегов. Выжигание широко применяется для управления сукцессиями переувлажненных территорий, повышения их продуктивности, регулирования кормовой базы водных птиц. Главными недостатками этого метода управления являются слабый контроль за скоростью распространения огня и зависимость от погодных условий. Особую опасность представляют несанкционированные поджоги [1, 5, 6].

Спутниковые данные играют важную роль в получении оперативной информации для точного и быстрого картирования территорий, поврежденных огнем. Это имеет фундаментальное значение для управления пожарами, учета экологических потерь, определения стратегий планирования и мониторинга восстановления растительности. Определение площадей и степени выжигания, оценка восстановления растительности в течение вегетационного периода является важной практической и теоретической задачей в связи с усилением антропогенного влияния и глобальными климатическими изменениями, которые существенно влияют на состояние и функционирование растительных группировок.

Целью работы было определение площадей пожаров в течение зимне-ранневесеннего периода 2020 г., выявление сезонной динамики состояния растительности плавневых экосистем в пределах Нижнеднестровского НПП на основе спектральных показателей состояния растительности.

## Материал и методы

Целью нашего исследования является определение влияния зимнего (февраль) и весеннего (март, апрель) выжигания травостоя плавневых экосистем Нижнеднестровского НПП на их развитие и сезонную динамику с использованием данных дистанционного зондирования и спектральных индексов. Исходная информация, полученная из данных многоспектральных космических снимков сделанных спутником «Landsat 8». В работе использовались архивные изображения, которые сделаны в феврале (II), марте (III), апреле (IV), мае (V), июне (VI), июле (VII), августе (VIII), сентябре (IX) и октябре (X) 2020 года. Использовалась прямоугольная географическая система координат EPSG: 32636 – WGS 84 / UTM zone 36N. Для всех изображений проводилась атмосферная коррекция с использованием плагина Semi-Automatic Classification [8]. Использовались снимки, имеющие не более 20% облачного покрытия, для которых делалась маска облаков.

Полученные результаты за вегетационный период были разбиты на четыре группы по сезонам. Первая группа сформирована лишь февралем и мартом и определяет влияние зимнее-ранневесеннего выжигания на начальные условия развития растительности. Вторая группа объединяет три месяца – март, апрель и май и обобщает развитие растительности за весенний период. Третья группа представлена июнем, июлем и августом (летний период). Четвертая группа представлена сентябрем и октябрем (осенний период). Контролем выступали 25 произвольно избранных на всей территории парка участков общей площадью 314 га (рис. 1).

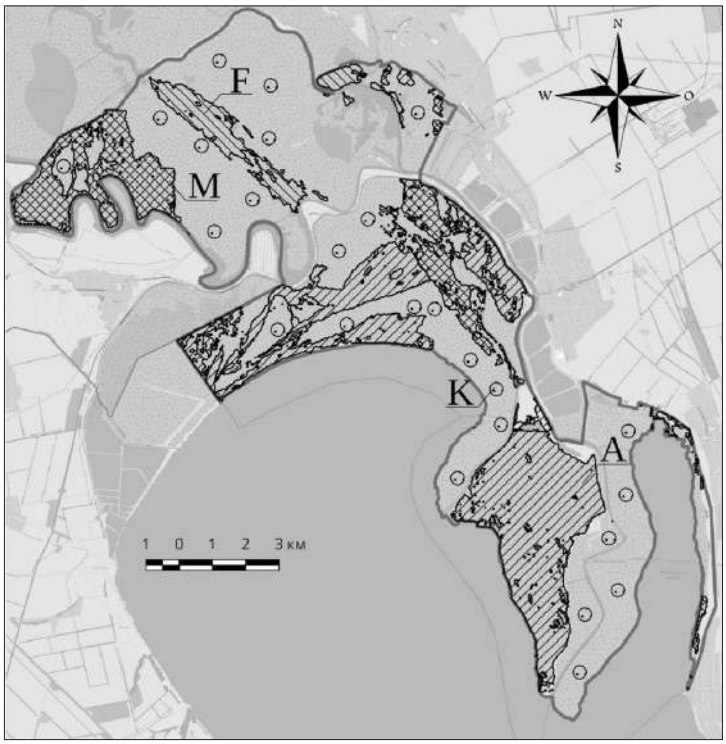



**Рис. 1.** Карта-схема расположения площадей пожаров в зимне-весенний период 2020 г. на территории плавневых экосистем Нижнеднестровского НПП. Условные обозначения: участки, которые выжигались в F – феврале, M – марте, A – апреле, K – контрольные участки.

Определения площадей пожаров проводился с использованием нормализованного коэффициента выжигания (Normalized Burn Ratio – NBR) [7]. Он является самым эффективным инструментом для лучшего понимания масштабов и серьезности пожара. Оценка влияния выжигания

на растительность плавневых экосистем проводили с использованием спектральных вегетационных индексов, определяющие отдельные показатели состояния растительности – NDVI, GCI, SLAVI, NDMI, MSI [9].

Рассчитанные индексы являются интегральным показателем функционирования плавневых экосистем и зависят от условий местообитаний и пирогенного фактора. Влияние выжигания на взаимосвязи между индексами изучались с использованием метода главных компонент, имитационного моделирования и анализом подобности (ANOSIM).

## Полученные результаты

По результатам обработки космических снимков было установлено, что за зимне-ранневесенний период 2020 г. общая площадь пожаров составила 4453 га, или 33,1% общей площади плавневых систем (рис. 1). В феврале выгорело 467 га, (10,5%); марте – 1230 га, (27,6%). В апреле произошли наиболее масштабные пожары, их общая площадь составляла 2756 га (61,9%).

На основе данных с космических снимков установлены основные статистические показатели вегетационных индексов и выявлена их сезонная изменчивость под действием природных условий и пирогенного фактора. По результатам теста на межгрупповые различия, установлено, что значение NBR на начало вегетационного периода для исследуемых участках сформировали статистически значимое ($p<0,05$) разницу. Это обусловлено созданием разнородной структуры мертвого органического вещества и увеличением пространственных различий вследствие неравномерного выжигание травостоя и действия природных факторов, преимущественно осадков. Можно утверждать, что локальные условия, которые сложились на выгоревших участках пожаров, выделенные по результатам обработки данных дистанционного зондирования, статистически значимо отличаются от контроля.

На основе метода главных компонент выявлено, что взаимосвязь вариабельности значений вегетационных индексов, экологических условий и времени выжигания на начало вегетационного периода определяется двумя главными компонентами, которые объясняют 88,7% общей вариации данных (рис. 2, а). Первая главная компонента объясняет 50,8% и является интегральной оценкой взаимо-

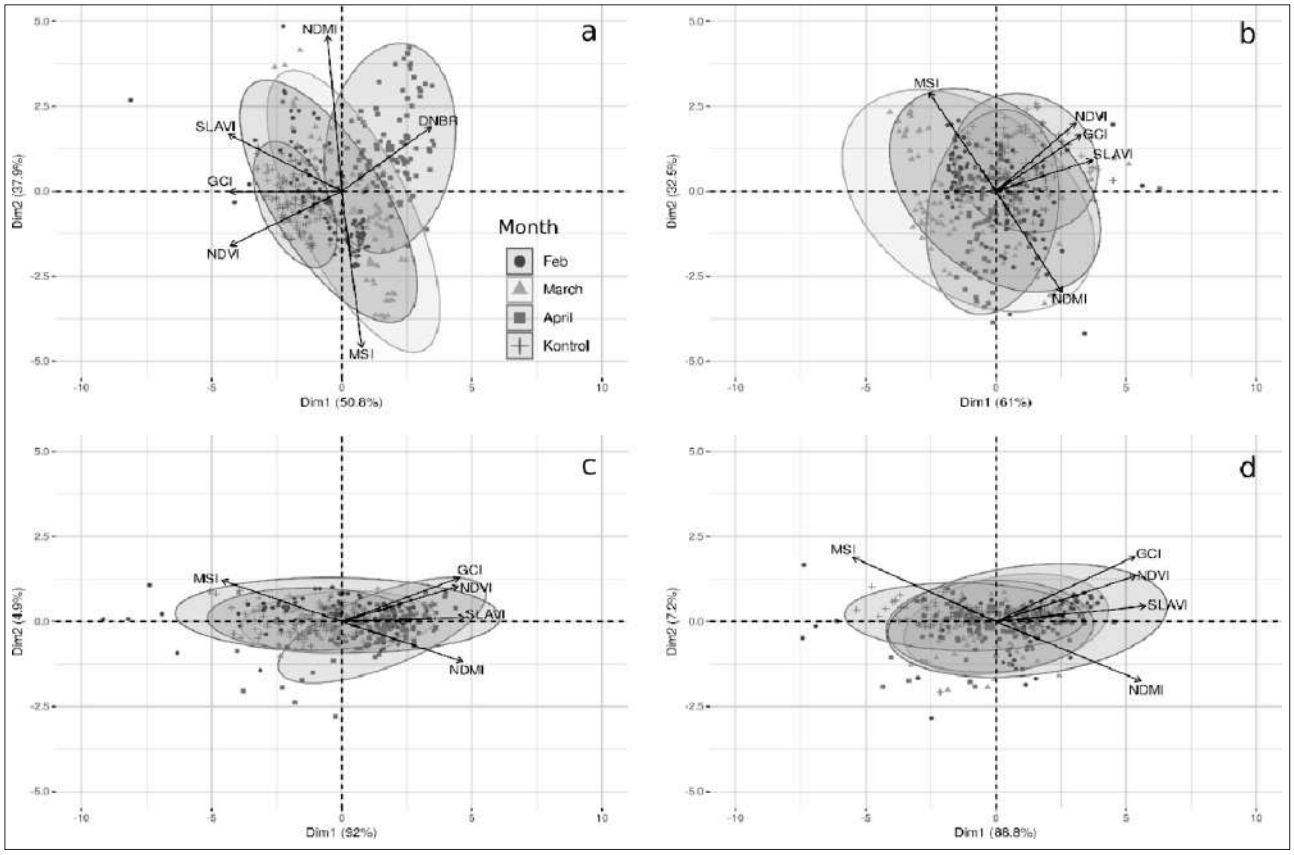



**Рис. 2.** Межгрупповой анализ значений вегетационных индексов и вклад каждого фактора в первые две компоненты на начало вегетационного периода. Условные обозначения: а – на начало вегетационного периода, б – весна, в – лето, г – осень.

действия значений индексов NDVI, GCI и SLAVI. Вторая компонента, сформированная индексами увлажнения – NDMI и MSI, объясняющими 37,9% общей вариабельности данных. Качество выделения групп составляло 43,2%, что свидетельствует о нечеткой разнице между ними по данным вегетационных индексов.

В течение весеннего периода отмечается значительная вариация показателей вегетационных индексов, обусловленных разной степенью подтопления территории и временем выжигания. Их взаимосвязь определяется двумя главными компонентами, которые объясняют 93,5% общей вариации данных (рис. 2, b). Первая главная компонента объясняет 61,0% и является интегральной оценкой взаимодействия значений индексов SLAVI, GCI и NDVI. Вторая компонента, сформированная индексами увлажнения – NDMI и MSI, объясняющими 32,5% общей вариабельности данных. Качество выделения групп снижается и составляло 20,3%, это свидетельствует о малой разнице между участками по данным вегетационных индексов и уменьшении опосредованного влияния пирогенного фактора.

Установлено, что в течение летнего периода отмечается почти 2-3 разовое увеличение средних значений вегетационных индексов, и существенное снижение их вариации, что обусловлено выравниванием экологических условий существования плавневой растительности Нижнеднестровского НПП (Дворецкий, Губанов, 2021). Их взаимосвязь наиболее полно определяется двумя главными компонентами, которые объясняют 96,9% общей вариации данных (рис. 2, c). Первая главная компонента объясняет 92,0% и является интегральной оценкой взаимодействия значений вегетационных индексов. Вторая компонента, сформирована неоднородностью увлажнения территории (NDMI и MSI) и объясняют 4,9% общей вариабельности данных. Качество выделения групп продолжает снижаться (19,9%) и обусловлена нивелированием природных условий на всей исследуемой территории и незначительной разницу между опытными участками.

В течение осеннего периода отмечается постепенное снижение средних значений вегетационных индексов, и увеличение показателей асимметрии и эксцесса, что обусловлено изменением уровня подтопления в течение летне-осеннего периода плавневых экосистем Нижнеднестровского НПП [Дворецкий, 2021]. Их взаимосвязь также определяется двумя главными компонентами, которые объясняют 96,0% общей вариации данных. Первая главная компонента объясняет 88,8% и является интегральной оценкой взаимодействия значений индексов SLAVI, GCI и NDVI. Вторая компонента, сформированная индексами увлажнения-NDMI и MSI, и объясняет 7,2% общей вариабельности данных. Качество выделения групп является минимальным (14,5%), что свидетельствует о почти полном исчезновении различий между ними (рис. 2, d).

## Обсуждение результатов

Установленные результаты анализа сходства вегетационных индексов опытных участков в течение вегетационного периода позволили установить закономерности их изменений (Табл. 1).

**Таблица 1. Распределение по степени сходства участков с различными сроками выжигания и контроля в течение вегетационного периода 2020 г.**

| Интервалы R | февраль-март | февраль-апрель | март-апрель | февраль-контроль | март-контроль | апрель-контроль |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **<0,1** | I, II, III, IV | III | IV | IV | III | IV |
| **0,1–0,25** | | I, II, IV | I, II, III | III | IV | II |
| **0,25–0,5** | | | | II | | III |
| **0,5–0,75** | | | | I | I, II | I |

Показано, что участки, которые выжигались до начала вегетационного периода (февраль и март) характеризовались схожим развитием в течение всего периода наблюдений (Табл. 1). Выявлено, что степень различия между горелым участками небольшая, что связано с локальными условиями подтопления и интенсивностью выжигания, а также количеством сухого органического вещества на отдельных площадях. Выявлено, что только при зимнем (февраль) выжиганию наблюдается постепенное, в течение вегетационного периода, уменьшение различий по сравнению с контролем (Табл. 1). Влияние весеннего (март, апрель) выжигания отмечается значительной вариабельностью значений степени сходства по сезонам в течение вегетационного периода (Табл. 1).

## Выводы

Основываясь на данных дистанционного зондирования Земли, установлено, что в течение зимне–весеннего периода 2020 года пожары на территории Нижнеднестровского НПП охватывали почти 3986 га (89,5% площади водно-болотных угодий). Выявлено, что на начало вегетационного периода в различные сроки зимне–весеннего выжигания, по данным спектральных индексов показателей состояния растительности (NDVI, GCI, SLAVI, NDMI, MSI), формируются относительно индивидуальные условия для развития плавневой растительности. Однако выявленная разница является нечеткая (качество выделения групп – 43,2%), что может объясняться совокупным влиянием подтопления территории, природными условиями и интенсивностью выгорания травостоя. Показано, что в течение весеннего периода на участках с разными сроками выжигания сохраняются относительно индивидуальные экологические условия развития плавневой растительности. Однако выявленная разница становится менее нечеткой (качество выделения групп – 20,3%), что обусловлено развитием эдификатора растительных комплексов водно-болотных экосистем – *Phragmites australis*, стебли которого вышли из стадии пикулей и развили листовую пластинку. Установлено, что разница в развитии растительности на участках с разным сроками выжигания в течение летного периода продолжает снижаться (19,9%), и объясняется пространственной неравномерностью экологических условий развития растительности. Формирование засушливых условий в течение осеннего периода и окончания вегетационного периода способствует почти полному исчезновению разницы между участками (14,5%). На основе анализа сходства (ANOSIM) установлено, что степень различия между горелым участками небольшая, что связано с локальными условиями и интенсивностью выжигания, а также количеством сухого органического вещества на отдельных площадях. Выявлено, что только при зимнем (февраль) обжиге наблюдается постепенное, в течение вегетационного периода, уменьшение различий по сравнению с контролем. Влияние весеннего (март, апрель) выжигания отмечается значительной вариабельностью значений степени сходства по сезонам в течение вегетационного периода.

Разработанный алгоритм может быть адаптирован для различных типов водно-болотных угодий и использован для получения более полных данных. Улучшенное понимание масштабов пожаров и динамика значений спектральных индексов показателей состояния растительности имеет решающее значение для эффективного управления пирогенной нагрузкой этих и других плавневых экосистем.

## Литература


1. Дворецкий Т.В. Изменение морфометрических параметров Phragmites australis под влиянием прямых антропогенных факторов // V Всерос. конф. по водным растениям «Гидроботаника 2000» Борок, 2000. – С. 132-133.
2. Дубина Д.В., Дворецкий Т.В., Дзюба Т.П., Тимошенко П.А. Активна охорона фіторізноманіття природно-заповідного фонда плавнево-літоральних геосистем Північного Причорномор'я: проблеми та шляхи їх вирішення.// Чорноморськ. бот. ж. – 2017. – 13(2). – С. 225-238
3. Дубина Д.В., Дворецкий Т.В., Тимошенко П.А. Проблеми збереження фіторізноманіття природно-заповідних територій плавненво-літоральних геоситем північного Причорноморь'я та шляхи їх вирішення. // Збереження біорізноманіття в контексті сталого розвитку. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції. – Черкаси. ФОП Белінська О.Б., 2015, с. 64-67.
4. Дубина Д.В., Мовчан Я.И., Небесный В.В. и др. Системные дистанционные экологические исследования плавнево-литорального ландшафта Северного Причерноморья // Тез. докл. Всесоюз. совещ. (Борок, 1989). – М., 1989. – С. 142-143.
5. Дубина Д.В., Небесний В.Б., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Розподіл фітомаси трав'яної рослинності плавнево-літорального ландшафту Дністра // Укр. ботан. журн. – 1991. – 48, № 2. – С. 31-34.
6. Дубына Д.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Плавни Причерноморья. К.: Наук. думка, 1989. 272 с.
7. Arellano-Pérez S., Ruiz-González A.D., Álvarez-González J.G., Vega-Hidalgo J.A., Díaz-Varela R., Alonso-Rego C. Mapping fire severity levels of burned areas in Galicia (NW Spain) by Landsat images and the dNBR index: Preliminary results about the influence of topographical, meteorological and fuel factors on the highest severity level. // Adv. For. Fire Res. 2018, Vol 5, 1053
8. Congedo Luca. Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. // The Journal of Open Source Software. 2021. V. 6. P. 3172.
9. Crippen R.E. Calculating the vegetation index faster // Remote Sens., 1990. Vol. 34. P. 71-73.

# МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОНАД ВЫРЕЗУБА *RUTILUS FRISII FRISII* (NORDMAN, 1840) ИЗ РАЗНЫХ ВОДОЕМОВ

***Василий Доманчук, Нина Фулга, Анастасия Попова***
*Центр по исследованию водных генетических ресурсов «АКВАГЕНРЕСУРС»,*
*ул. Константин Тэнасе 6, Кишинев 2005, Молдова.*
*Тел.+373022241547, e-mail scsp59@mail.ru*

## Введение

Ареалом *Rutilus frisii frisii* являются бассейны рек Черного и Азовского морей от Восточной Болгарии до Западного Закавказья: Днестр, Южный Буг, Днепр и др. (Бурнашев, 1962, Опалатенко, 1978). .В Дубоссарском водохранилище и нижнем Днестре данный вид является полупроходной рыбой, которая образует также и пресноводную жилую (туводную) форму (Мошу, Тромбицкий, 2020). Авторы также отмечают, что в средний и нижний участок Днестра вырезуб сносится во время паводков, а в верховье среднего участка Дубоссарского водохранилища он нашёл благоприятные условия для нереста. Данный вид обладает рядом полезных качеств, одним из которых является способность питаться моллюсками. Активное потребление моллюсков, в том числе дрейсены, происходит даже при температурах 8-12 °С, и это ценно тем, что в настоящее время моллюски представляют собой значительный по биомассе кормовой ресурс большинства водохранилищ (Карпевич, 1998).

Под воздействием некоторых факторов, таких как недостаток нерестилищ, резкие колебания уровня воды и перепады температур во время нереста, численность производителей вырезуба сократилась настолько, что он находится на грани исчезновения и занесён в Красную Книгу России, Украины и Молдовы (Мовчан, 2001).

Исследованиям биологии вырезуба в ихтиологической литературе уделяется большое внимание. К ним относятся работы таких авторов как А.И. Худый (2008), Мустя М.В. (2019), А.В. Мышкин (2020) и др. В связи с тем, что вырезуб относится к малочисленному виду рыб и занесен в Красную Книгу, гистологическому анализу развития половых клеток в условиях различных водных экосистем, посвящено мало работ.

В данной работе дана биологическая и морфофункциональная характеристика посленерестового состояния яичников вырезуба из Дубоссарского водохранилища и нижнего Днестра.

## Материал и методика

Для гистологических исследований использовали гонады самок и самцов, собранные из сетных уловов после нереста в начале мая 2020 года, из Дубоссарского водохранилища и нижнего Днестра. Пробы гонад фиксировали в 4%-ном формалине, с последующей обработкой по общепринятой методике. Стадии зрелости гонад определяли по MEYEN с уточнениями (Сакун, Буцкая, 1963), степень развития ооцитов – по классификации Б.Н. Казанского (1949). Срезы толщиной 7 мкм окрашивали по методу Мэллори (Роскин, Левинсон, 1957). Все особи вырезуба подвергнуты общему биологическому анализу с определением линейно-весовых показателей, возраста, гонадосоматического индекса (ГСИ) коэффициента упитанности (КУ) по Фультону и Кларк (Правдин, 1966). Гонадосоматический индекс (ГСИ) определяли по отношению веса гонад к весу тушки. Изготовление микрофотографий, а также измерение ооцитов в фазе завершенного протоплазматического роста, проводили с помощью микроскопа Axio Imager A2. Полученные цифровые данные были обработаны статистически с использованием пакетов прикладных программ Microsoft Excel-2007 и STATISTICA 6.0 for Windows.

## Результаты и обсуждение исследований

Половозрелым вырезуб в данных водоемах становится в трёхгодовалом возрасте, при длине и массе тела значительно выше, чем у особей из Днестровского водохранилища (Худый, 2008). Автор также отмечает более высокий темп линейного роста рыб из Днестровского водохранилища, чем у особей до зарегулирования Днестра. По данным А.В. Мышкина (2020), созревание вырезуба и способность его к естественному воспроизводству в условиях водохранилищ Европейской части России, происходит в возрасте 3-5 лет.

В Дубоссарском водохранилище в начале мая, среди отнерестившихся самок, в уловы попадаются особи с гонадами на II-й послеперестовой стадии зрелости, которые содержат ооциты протоплазматического роста и резорбирующиеся яйцеклетки второй генерации в фазах вакуолизации (рис. 1), что указывает на асинхронность в их развитии. Но у основной массы отнерестившихся производителей вырезуба гонады содержат только одну генерацию яйцеклеток в фазе протоплазматического роста. Асинхронное развитие ооцитов и формирование второй порции икры с последующей их резорбцией наблюдали и у самок вырезуба Днестровского водохранилища (Худый и др., 2009).

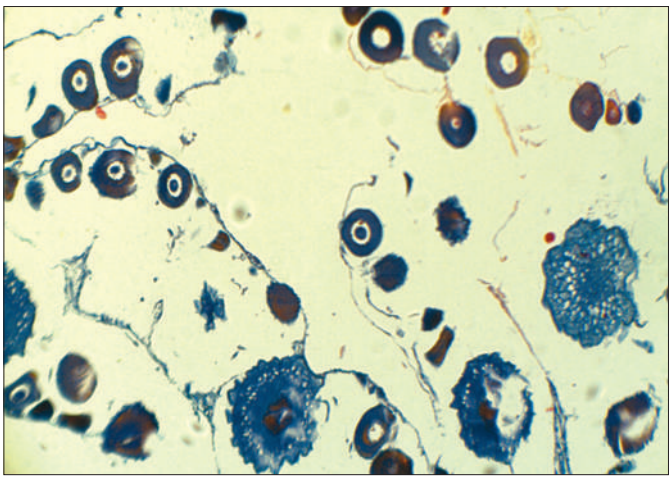


**Рис. 1.** Яичник на II после нерестовой стадии зрелости. Резорбция яйцеклеток второй генерации в фазе вакуолизации

Согласно изложенному выше, для самок вырезуба в Дубоссарском водохранилище, в отличие от днестровских, характерны как асинхронный, так и синхронный тип гаметогенеза.

Гистологическое исследование гонад у днестровских самок в этот период указывает на синхронное развитие яйцеклеток, что подтверждается присутствием в яичнике отнерестившихся рыб освободившихся фолликулярных оболочек, остаточных элементов от прошедшего нереста и ооцитов на всех фазах протоплазматического роста генерации будущего года. (Рис. 2).

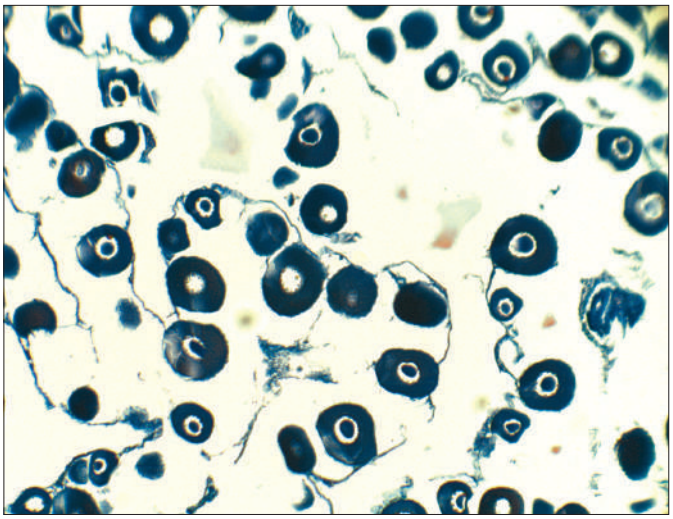


**Рис. 2.** Яичник на II после нерестовой стадии зрелости у днестровских самок. Синхронное развитие ооцитов

Трехгодовалые самки из нижнего Днестра имеют меньшие значения по всем морфофизиологическим показателям по сравнению с самками из Дубоссарского водохранилища. Как видно из таблицы 1, наименьшие значения длины, массы тела, веса гонад и ГСИ отмечаются у рыб из нижнего Днестра.

**Таблица 1. Биологическая характеристика вырезуба (*Rutilus frisii*) разных водоемов**

| Возраст рыбы, лет | Длина *l*, см | Масса тела, г | Масса тушки, г | КУ по Кларк | КУ по Фультону |
|---|---|---|---|---|---|
| **Дубэсарское водохранилище** | | | | | |
| 3 ♂ | 38,5±0,70 | 1175±160,0 | 951±44,0 | 1,67±0,14 | 2,06±0,16 |
| 4 ♂ | 42,5±0,35 | 1500±140,0 | 1277±98,0 | 1,71±0,16 | 2,02±0,18 |
| 3 ♀ | 40,0±0,98 | 1300±105,0 | 1020±58,0 | 1,60±0,09 | 2,03±0,04 |
| 4 ♀ | 45,7±1,20 | 1937±95,0 | 1587±65,0 | 1,65±0,06 | 2,04 ± 0,07 |
| **Нижний Днестр** | | | | | |
| Jv | - | 130 | 114 | 1,32 | 1,50 |
| 3♀ | 34,5±2,9 | 827±200,0 | 740±190,0 | 1,64±0,03 | 1,87±0,04 |

У самок разных популяций четко прослеживается зависимость размеров ооцитов однослойного фолликула (фаза «С») от возраста рыб (табл. 2). Диаметр ооцитов у четырех годовалых особей из водохранилища достоверно выше P≥0,999. У трех годовалых днестровских самок среднее значение диаметра ооцитов несколько меньше по сравнению с самками из Дубоссарского водохранилища, но эти различия не достоверны.

**Таблица 2. Репродуктивная биология самок вырезуба разных водоемов**

| Возраст | Стадия зрелости | Масса гонад, г | ГСИ, % | Размер ооцитов фазы «С», мкм |
|---|---|---|---|---|
| **Дубоссарское водохранилище** | | | | |
| **3** | II, после нереста | 11,0±0,36 | 1,07±0,48 | 123,6 ± 1,39 |
| **4** | | 13,25 ±0,48 | 0,840 ± 0,18 | 132,8 ± 1,46 |
| **Нижний Днестр** | | | | |
| **3** | II, после нереста | 2,5 ± 0,50 | 0,360 ± 0,07 | 120,8 ± 2,51 |

Вырезуб очень чувствителен к условиям обитания. На него отрицательно влияет такой фактор, как мутность, обусловленная сбросом сточных вод, особенно опасны залповые химические сбросы и резкие перепады температуры (Мышкин, 2020). У самок вырезуба из нижнего Днестра после вымета икры наблюдается тотальная дегенерация ооцитов новой генерации периода протоплазматического роста, признаком которой является разрушение ядра, гомогенизация цитоплазмы и образование пикнотических клеток, что обусловлено неблагоприятными экологическими условиями в нижнем Днестре в данный период. (Рис. 3).

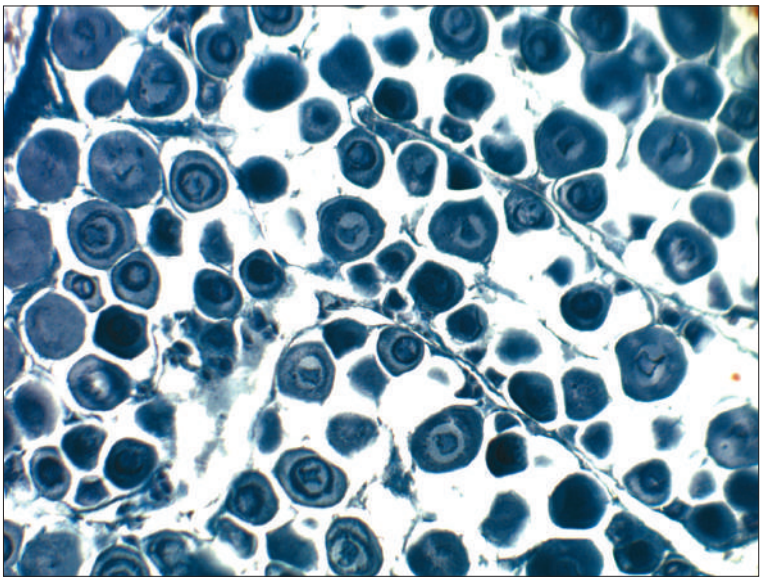


**Рис. 3.** Яичник самки из нижнего Днестра с ооцитами протоплазматического роста в процессе дегенерации

Признаки резорбции в яичниках в летний период также наблюдались у вырезуба, обитающего в Днестровском водохранилище (Худий, 2009).

У разновозрастных самок и самцов Дубоссарского водохранилища выявлены незначительные колебания между показателями коэффициента упитанности по Кларк, что определяется благоприятными условиями для нагула рыб. Необходимо отметить, что у рыб из данного водоема отмечается наличие большой жировой прослойки на гонадах и в полости тела, тогда как у особей из Днестра она практически отсутствует, на что указывают более низкие показатели коэффициента упитанности по Фультону у последних (табл. 1). После завершения нерестового сезона у самцов в семенном протоке наблюдается небольшое количество резорбирующихся остаточных сперматозоидов. Семенные ампулы спадаются, на их периферии в несколько слоев располагаются цисты с делящимися сперматоцитами первого порядка.

## Выводы

1. Биологический анализ половозрелых особей вырезуба из Дубоссарского водохранилища и нижнего Днестра выявил различия линейно-весовых показателей, которые определяются экологическими условиями существования вырезуба *Rutilus frisii frisii* разных популяций. Половозрелыми самки в обоих водоемах Молдовы становятся в трехгодовалом возрасте.
2. Физиологическое состояние половозрелых самок в посленерестовый период наиболее благополучно у особей в Дубоссарском водохранилище. Более высокие показатели темпа роста и относительной массы гонад четырехгодовалых самок способствуют и более высокому темпу воспроизводства популяции вырезуба в водохранилище.
3. Для некоторых самок из водохранилища характерен асинхронный тип развития ооцитов, но выметывается только одна генерация яйцеклеток, а ооциты второй генерации, находящиеся в фазе вакуолизации, подвергаются резорбции. У всех исследованных самок отмечается зависимость размера ооцитов протоплазматического роста от возраста рыб.

## Литература

1. Бурнашев М.С. Рыбохозяйственная характеристика нижнего бьефа р. Днестра // Тр. зонального совещ. по типологии и биол. обоснованию рыбохоз. использования внутренних (пресноводных) водоемов южной части СССР. Кишинев: Штиинца, 1962. С. 260-264.
2. Казанский Б.Н. Особенности функции яичников у рыб с порционным икрометанием // Тр. лаб. основ рыбоводства. 1949, 2. С. 64-121.
3. Карпевич А.Н. О биологической стоимости рыб разного трофического уровня (о выборе рыб для аквакультуры и акклиматизации) // Избранные труды. М.: Изд-во ВНИРО, 1998. т. 1. 387-430.
4. Мошу А.Я., Тромбицкий И.Д. Результаты паразитологического изучения вырезуба *Rutilus frisii frisii* (Nordman, 1840) среднего и нижнего Днестра. // Мат. Конф. памяти кандидата биологических наук, доцента Л.Л. Попа. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2020. С. 241-245.
5. Мустя М.В., Филипенко С.И., Ильченко Б.К. Материалы по биологии вырезуба *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) реки Днестр // Hydropower Impact on River Ecosystem Functioning / Proc. Int. Conf. Tiraspol: Eco-TIRAS, 2019. С. 249-253.
6. Мышкин А.В. Вирезуб причорноморський – *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) // In: Риби України (визначник-довідник). Київ, 2001. С. 68-69.
7. Мышкин А.В. Рыбоводно-биологические особенности разведения вырезуба (*Rutilus frisii frisii* Nordmann, 1840) в условиях аквакультуры / Автореферат диссертации … канд. сельскохоз. наук Астрахань 2020. 45 с.
8. Опалатенко Л.К. О морфологии и экологии вырезуба (*Rutilus frisii*) (Pisces, Cyprinidae) Верхнего Днестра // Вестник зоол., 1978. Вып. 4. С. 83-85.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-ть, 1966. 376 с.
10. Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. М.: Сов. наука, 1957, 478 с.
11. Сакун О.Ф., Буцкая Н.Ф. Определение стадий зрелости и изучение половых циклов у рыб. М.: Наука, 1963. 17 с.
12. Худий О.І., Худа Л.В., Цапок О.Л. Гістологічна характеристика яєчників статевозрілих самок туводної форми вирезуба Дністровського водосховища // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології : II Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф., Канів, 2009. С. 165-167.
13. Худый А.И. К вопросу о распространении и численности туводной популяции вырезуба в системе Днестр – Днестровское водохранилище // Transboundary Dniester River basin management and the UE Water Framework Directive: Proc. Int. Conf. Chişinău: Eco-Tiras, 2008. С. 160-162.


# ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕКИ БЫК, ПРИТОКА ДНЕСТРА


***[1]В.А. Ерошенкова, [2]К.П. Бульмага, [3]С.Д. Дорофтей, [4]Н.В. Демчукова***

*[1]Приднестровский госуниверситет имени Т.Г. Шевченко*
*ул. 25 Октября 128, Тирасполь, MD3300, erosencova@mail.ru.*
*[2]Институт экологии и географии, ул. Академией 1, Кишинев, МД-2028,*
*[3,4]ГУЗ «Бендерский центр гигиены и эпидемиологии»,*
*ул. Кавриаго 1а, Бендеры, MD 3200*


## Введение

Для Республики Молдова основным источником водных ресурсов является река Днестр, в которую на территории страны с правого берега впадают притоки большой протяженностью, имеющие постоянный водный режим, к ним относятся: Реут, Бык, Ботна, Икель. Суммарная площадь водосбора этих притоков составляет 63,9% от территории, занимаемой бассейном Днестра в границах Молдовы, что доказывает значимость водных ресурсов для населения, проживающего вдоль берега [4].

Однако, на сегодняшний день санитарно-экологические и эпидемиологические ситуации на притоках ухудшились вследствие нарушения их гидрологического и гидрохимического режима, а также из-за недостаточно очищенных сточных вод, поступающих в притоки от населенных пунктов [4].

Современное экологическое состояние притоков Нижнего Днестра существенно изменилось. Этот факт подтверждает проведенный сравнительный анализ степени загрязнения притоков за последние 10 лет [1], и который позволяет выделить следующее:

- на протяжении длительного периода самыми загрязненными и экологически неблагоприятными участками являются р. Бык и р. Реут, которые ежегодно вносят в р. Днестр огромное количество загрязняющих веществ биогенного происхождения;
- зафиксированы случаи экстремального загрязнения концентрациями биогенных веществ в р. Бык;
- химическое и биологическое загрязнение правых притоков растет, что несомненно представляет собой потенциальную опасность как для притоков, так и для главной реки в целом.

Таким образом, в современных условиях притоки Нижнего Днестра испытывают мощный техногенный прессинг, который обусловлен в значительной степени поступлением сточных вод от крупных городов и производственных комплексов[4].

## Материалы и методы

Объектом исследования являлся правый приток Днестра – Бык.

Пробы воды отбирали 15.07.2021 г., 13.10.2021 г. и 14.01.2022 г. непосредственно из самого притока согласно требованиям к отбору проб на микробиологические исследования [2] и согласно инструкции доставлялись в бактериологическую лабораторию ГУ «БЦГиЭ» (Бендерский центр гигиены и эпидемиологии).

Полученные экспериментальные результаты представлены на рисунке ниже.

## Результаты и обсуждения

Согласно лабораторным данным (рис. 1), бактериологическое загрязнение выявлено на протяжении всего периода времени, но превышение концентраций имеют широкий диапазон и существенную разницу во времени. Так, выявлены следующие санитарно-гигиенические превышения по бактериологическим параметрам: ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии), ОКБ (общие колиформные бактерии), случаи превышений по колифагам и патогенным микроорганизм не выявлены в исследуемый период времени.

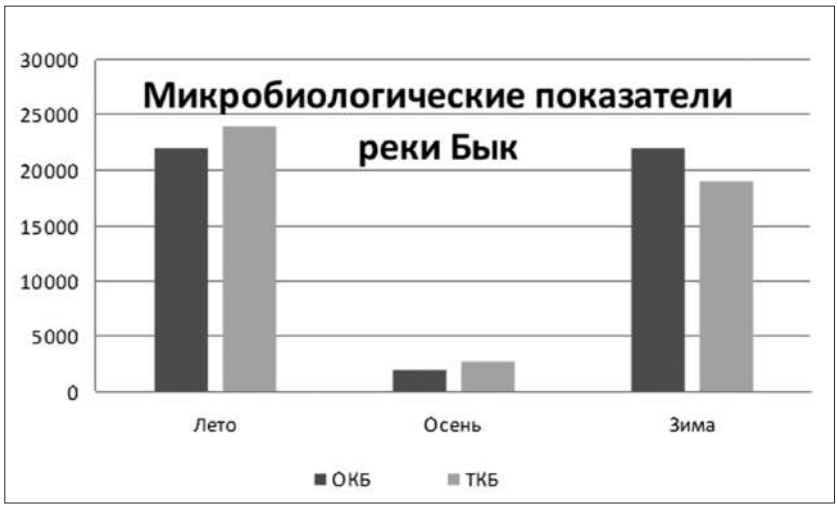



**Рис. 1. Микробиологические показатели реки Бык**
(ОКБ – Общие колиформные бактерии (КОЕ/мл),
ТКБ – Термотолерантные колиформные бактерии (КОЕ/мл)

Самая неблагоприятная санитарно-экологическая ситуация выявлена для летного периода в связи с максимальными концентрациями по ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии), и немного ниже концентрации выявлены для ОКБ (общие колиформные бактерии). Наличие таких высоких концентраций по микробиологии в притоке Бык указывает на фактор негативного антропогенного воздействия, связанного возможно с поступлением в реку большого количества неочищенных сточных вод различного происхождения.

Летний период для данного речного участка не является благоприятным в санитарно-эпидемиологическом отношении для купания, полива и орошения огородов в связи с водным путем передачи кишечных инфекций.

Второе место по степени бактериологического загрязнения выявлено для зимнего периода, где также наблюдаются высокие концентрации, но немного ниже, чем в летний период времени. Доминирующее загрязнение выявлено для показателя: ОКБ (общие колиформные бактерии). Выявленные случаи бактериального загрязнения, также как и для летнего периода, указывают на длительное поступление в реку загрязнителей антропогенного происхождения.

Самые минимальные концентрации бактериологического загрязнения выявлены для осеннего периода. В это время прослеживается сходство с летним периодом тем, что доминирующее загряз-

нение выявлено для показателя ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии), который является достоверным индикатором поступления в реку загрязняющих веществ.

Гигиеническая классификация малых рек по степени бактериологического загрязнения [3] следующая: в летний и зимний период времени показатель ОКБ оценивает принадлежность речной воды к высокой степени бактериального загрязнения, а для осеннего этот же показатель оценивает качество воды как умеренную степень загрязнения. Показатель ТКБ характеризует качество речной воды в летний и зимний период как чрезвычайно высокую степень загрязнения, но в осенний период качество речной воды классифицируется умеренной степенью микробного загрязнения.

### Выводы

1. Внутригодовая динамика микробиологического загрязнения имеет широкий диапазон во времени и сезонам года, которая свидетельствует о разной антропогенной нагрузке в течении года. Однако есть и внутригодовая схожесть по выявленным санитарно-гигиеническим превышениям: ТКБ и ОКБ, которые регистрировались постоянно и которые являются достоверными индикаторами поступления в реку загрязняющих веществ.
2. Максимальная степень бактериального загрязнения выявлена для летнего периода, а минимальное загрязнение для осеннего периода, что возможно связано с разными объемами поступления загрязнителей в реку.
3. Согласно гигиенической классификации малых рек по степени бактериологического загрязнения, качество речной воды оценивалось от умеренного до чрезвычайно высокого уровня загрязнения, что доказывает неблагополучие реки Бык в санитарно-эпидемиологическом отношении.

### Литература


1. Горячева, Н. Гладкий, Дука Г., Бундуки Е., Шурыгина О. «Биогенный вынос в Днестр с территорий малых водосборов» // Studia Universitatis Moldaviae. Revistă ştiinţifică a Universităţii de Stat din Moldova, 2013, nr. 1 (61), p.124-130.
2. СанПиН МЗ и СЗ ПМР 2.1.5. 980-07 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», утвержденные Приказом МЗ и СЗ ПМР от 10.12.07г., № 716 (регистрационный N 4282 от 30.01.080г.) (САЗ 08-4).
3. СП МЗ и СЗ ПМР 2.1.5 3180-09 «Санитарные правила по гигиенической оценке малых рек и санитарному контролю за мероприятиями по их охране в пунктах водопользования». Приложение 2 «Гигиеническая классификация малых рек по степени загрязнения».
4. Bulimaga C., Eroșencova V. Afluenții din dreapta fluviului Nistru și impactul acestora asupra ecosistemului Nistrului inferior // Conferința științifico-practică cu participare internațională „Instruire prin cercetare pentru o societate prosperă”. Ediția VIII, 20-21 martie 2021. Chișinău, 2021. C. 20-27.


## ВНУТРИГОДОВАЯ ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ПРИТОКЕ КОЛКОТОВАЯ БАЛКА


***[1]В.А. Ерошенкова, [2]К.П. Бульмага, [3]Н.В. Лукашева, [3]Н.Л. Медведева, [3]Н.М. Владова***

*[1]Приднестровский госуниверситет имени Т.Г. Шевченко,*
*ул. 25 Октября, 128, Тирасполь, MD 3300, erosencova@mail.ru*
*[2] Институт экологии и географии, Кишинёв MD 2028*
*[3]Республиканский центр гигиены и эпидемиологии, пер. Западный, 13, Тирасполь, MD 3300*


### Введение

Экологические проблемы малых рек Левобережья Днестра обусловлены в первую очередь тем, что они протекают через крупные населенные пункты, где расположены диффузные и точечные источники загрязнения, непосредственно оказывающие влияние на химический и микробиологический состав воды в притоках. Данные притоки имеют важное народно-хозяйственное значение, особенно для сельских жителей, использующих воду рек для различных целей: полива огородов, орошения, выпаса скота и т.д. [3].

Расположенные вблизи водоема жилые комплексы, не имеющие системы предварительной очистки жилищно-коммунальных вод, являются мощным фактором загрязнения как малых рек, так и главной реки, в которую они впадают, тем самым ухудшая санитарно-экологическое состояние по всему течению общей реки.

Основными причинами загрязнения левобережных рек являются [2]:

- сброс недостаточно очищенных и неочищенных стоков вследствие отсутствия или снижения эффективности работы очистных сооружений;
- отсутствие очистных сооружений на многих ливневых канализациях;
- отсутствие должного контроля со стороны экологических служб за качеством сброса сточных вод промышленными предприятиями в коллектор;
- смыв агрохимикатов, пестицидов и других загрязняющих веществ с полей, территорий складов и животноводческих комплексов, стихийных мусорных свалок;
- отсутствие или нарушение правил эксплуатации водоохранных и санитарных зон.

Согласно данным санитарно-гигиенического мониторинга за период 2016-2017 гг. [3], проявляется тенденция к увеличению фекального загрязнения вниз по течению реки, которое достигает максимума в черте крупного города Бендеры, здесь также зафиксировано наибольшее количество колифагов, обнаруженных в большинстве проб воды [3]. На участке Нижнего Днестра от апреля к августу проявляется тенденция к росту показателей ОКБ (общие колиформные бактерии) и ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии). В Нижнем Днестре августовский максимум наблюдается дляколифагов [3].

На базе лабораторных исследований за 2020 г. о микробиологическом состоянии левобережных притоков Днестра [1], можно сделать вывод о высоком уровне загрязнения вод этих притоков, способствующих развитию неблагоприятных санитарно-экологических и эпидемиологических ситуаций на речных участках.

## Материал и методы

Объектом исследования являлся левый приток Днестра – Колкотовая Балка. Пробы воды отбирали 15.07.2021 г., 13.10.2021 г. и 14.01.2022 г., 14.04.2022 г. непосредственно из самого притока согласно требованиям к отбору проб на микробиологические исследования [4] и согласно инструкции доставляли в бактериологическую лабораторию ГУ «РЦГ и Э» (Республиканский центр гигиены и эпидемиологии).

## Результаты и их обсуждение

Неблагоприятные ситуации на данном речном участке связаны и с микробиологическим загрязнением, имеющие разную внутригодовую динамику по случаям выявления и степени превышений допустимых норм.

Так, согласно лабораторным данным (рис. 1) самая неблагоприятная санитарно-экологическая ситуация наблюдалась в летний и осенний период года. Однако в летнем периоде зарегистрировано превышения и по колифагам, которые не были обнаружили в других периодах времени, в связи с чем летний период времени занимает доминирующее место по степени бактериологического загрязнения.

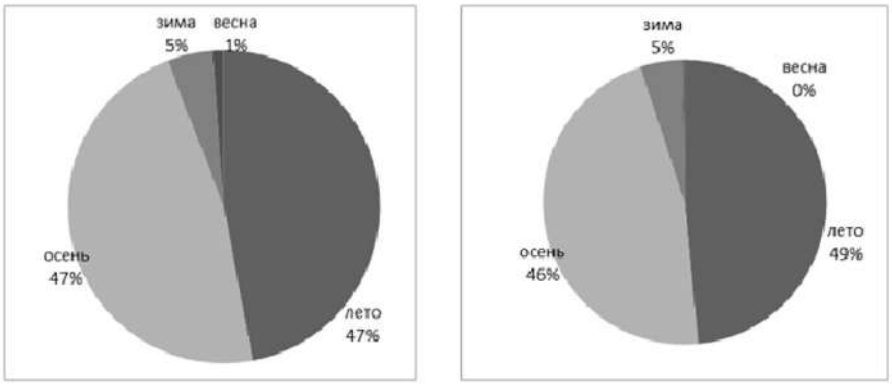



**Рис. 1. Внутригодовая динамика микробиологического загрязнения в притоке Колкотовая Балка** (слева – общие колиформные бактерии, справа – термотолерантные колиформные бактерии (КОЕ/мл)

Второе место по степени бактериологического загрязнения выявлено для зимнего времени, где концентрации существенно ниже, чем в летнее и осеннее время года.

Последнее место по степени загрязнения речного участка Колкотовая Балка определено для весеннего времени.

Данная внутригодовая динамика свидетельствует о негативном факторе антропогенного воздействия, связанного с поступлением в реку загрязняющих веществ.

Согласно гигиенической классификации [5] степени бактериологического загрязнения, показатель ОКБ (общие колиформные бактерии) характеризует воду от умеренного до высокого уровня загрязнения. А показатель ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии) характеризует воду от высокого до чрезвычайно высоко уровня загрязнения (рис. 1).

Высокая степень бактериологического загрязнения, указывает на постоянное поступление в реку загрязнителей антропогенного происхождения.

**Выводы**

1. По результатам лабораторных данных для речного участка Колкотовая Балка, самые неблагоприятные санитарно-экологические и эпидемиологические ситуации выявлены в летний и осенний период времени, особенно в летний, где зарегистрированы случаи превышения допустимых норм и по колифагам.
2. Существенно более низкие концентрации бактериологического загрязнения наблюдаются весной, когда не выявлено превышений допустимых норм по показателю: ТКБ (термотолерантные колиформные бактерии).
3. Существенная внутригодовая разница микробиологического загрязнения возможно связана с разной антропогенной нагрузкой и разным гидрологическим режимом в течении года.

**Литература**


1. Ерошенкова В.А., Булимага К.П., Лукашева Н.В, Медведева Н.Л., Владова Н.М. Санитарно-микробиологическое состояние малых притоков Нижнего Днестра // «Евроинтеграция и управление бассейном Днестра» – Материалы международной конференции, Кишинёв, 8-9 октября 2020г. Кишинёв: Eco-TIRAS, 2020. 351 с., стр. 65.
2. Ерошенкова В., Бульмага К., Залецки Г., Попова Е. Антропогенная нагрузка на малые притоки Нижнего Днестра // Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сб. науч. статей. – Bendery: Eco-TIRAS, 2021. С. 331.
3. Капитальчук И.П., Ерошенкова В.А., Лукашева Н.В., Медведева Н.Л. О вариациях микробиологических показателей качества вод Днестра // Вестник Приднестровского университета [Электронное издание] / Приднестровский гос. ун-т. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2020. Текст. Изображение: электронные Сер.: Медико-биологические и химические науки: № 2 (65), 2020. 216 с., стр. 138.
4. СанПиН МЗ и СЗ ПМР 2.1.5. 980-07 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод», утвержденные Приказом МЗ и СЗ ПМР от 10.12.07 г. № 716 (регистрационный N 4282 от 30.01.080 г.) (САЗ 08-4).
5. СП МЗ и СЗ ПМР 2.1.5 3180-09 «Санитарные правила по гигиенической оценке малых рек и санитарному контролю за мероприятиями по их охране в пунктах водопользования» Приложение N2 «Гигиеническая классификация малых рек по степени загрязнения».


## EFECTUL PULSATORIU AL UNDELOR DE APĂ DE EVACUARE DIN CADRUL COMPLEXULUI HIDROENERGETIC NISTREAN (EFECTUL HYDROPEAKING)


***Ana Jeleapov***

*Institutul de Ecologie și Geografie, Universitatea de Stat din Moldova*

*1, str. Academiei, Chișinău, 2028, Republica Moldova*

*Tel. (+373) 68473729; e-mail: anajeleapov@gmail.com*



**Abstract.** The article *Pulsating effect of waves released from Dniester Hydropower Complex (hydropeaking effect)* represents a study that evaluate the hydropeaking effect from Dniester Hydropower Complex (DHC) by analysis of certain indicators, and by estimation of impact zone of this phenomenon. Main estimated indicators are intraday water level amplitude and water level increasing and decreasing rate for

2013-2022. Times series contain many gaps. The results show that near DHC intraday water level amplitude is about 50 cm and decreases to 21 cm to 100 km downstream. Higher values of this indicator are in warm period when the impact of this phenomenon can extend over 200 km. Increasing and decreasing rate near DHC is about 0,31 cm/min and – 0,17 cm/min, 25 km downstream it decrease twice and to 100-200 km lower on the course it is about 0,04 cm/min and – 0,03 cm/min. The values are more or less the same during the year. Thus, hydropeaking effect is considered significant impact on hydrological and ecological state of the Dniester river on a length over 100 km downstream DHC.

**Key words**: hydropeaking, Dniester hydropower Complex, intraday level amplitude, increasing and decreasing rate

## Introducere

Funcționarea Complexului Hidroenergetic Nistrean (CHN) a determinat apariția unor fenomene ce nu au mai existat în albia fluviului Nistru. Unul din acestea este așa-numitul efect pulsatoriul al undelor de evacuare de la hidrocentrale sau efectul hydropeaking. Acest fenomen a apărut odată ce turbinele CHE-2 au început să funcționeze. Acestea au fost instalate la barajul lacului de liniștire a Complexului Hidroenergetic Nistrean în anii 2000. Inițial, una din funcțiile acestui lac de liniștire a fost reducerea efectului hydropeaking ce se formează ca urmare a operării CHE-1 situată în amonte. La moment, însă, barajul CHE-2 a devenit cauza unui astfel de fenomen. Efectul hydropeaking se manifestă prin creșteri și descreșteri rapide a nivelului apei datorat funcționării turbinelor CHE-1 și CHE-2 și influențează întreg ecosistemul fluvial din aval. După cum se cunoaște, energia electrică la centrale hidroelectrice se formează prin acțiunea apei, astfel încît pentru a genera energie inițial volumele de apă trebuie stocate în cadrul lacului de acumulare și apoi evacuate prin turbine, proces ce se caracterizează prin variații majore intrazilnice de nivel și debit către partea de aval. În acest context, prezenta cercetare are menirea de a evalua efectul pulsatoriu al undelor de apă de evacuare din cadrul Complexului Hidroenergetic Nistrean, prin analiza unor indicatori specifici și prin stabilirea zonei de impact al acestui fenomen.

## Materiale și metode

Pentru evaluarea fenomenului hydropeaking, au fost analizate datele intrazilnice înregistrate la stațiile automate de nivel de la posturile hidrologice Naslavcea (situat la 5 km aval de CHE-2), Unguri (situat la 30 km aval de CHE-2), Soroca (situat la 100 km aval de CHE-2) și Sănătăuca (situat la 180 km aval de CHE-2). Șirul de date pentru primele două posturi constă din date a nivelului din 15 în 15 minute pentru perioada 2013-2020, și din 60 în 60 minute pentru anii 2021-2022 (anul 2022 – doar perioada ianuarie-august), iar date pentru Soroca și Sănătăuca se compun din nivel de apă măsurat din oră în oră pentru perioada 2017-2022 (anul 2022 – doar perioada ianuarie-august). Trebuie menționat faptul că șirurile de date conțin multe lacune, și nu se pot caracteriza prin omogenitate temporală. Monitoringul hidrologic este efectuat de Serviciul Hidrometeorologic de Stat din Moldova. Șirurile de date se pot regăsi pe platforma comună moldo-ucraineană http://dnister.meteo.gov.ua/ [1]. Indicatorii analizați au fost amplitudinea intrazilnică a nivelului apei și rata de creștere/scădere a nivelului de apă. Pragurile pentru acești parametri au fost preluate din cadrul proiectului Regulamentelor de Exploatare a CHN din 2017 [3] conform căruia variația zilnică a nivelului apei (iunie-noiembrie) în aval de CHN nu trebuie să depășească 20-25 cm. În perioada de primăvară și vară nivelul apei în aval de CHE-2 nu trebuie să depășească 5 cm/h sau 20 cm/zi. De asemenea, o altă limită a variației intrazilnice de nivel este 50 cm, care conform [2] reprezintă pragul pentru clasificarea corpurilor de apă drept puternic modificate. Astfel, pentru amplitudinea nivelului apei au fost considerate drept valori limită – 20 cm și 50 cm, iar pentru rata de creștere și descreștere – 0,08 cm/min.

## Rezultate și discuții

Prima caracteristică analizată pentru evaluarea efectului pulsatoriu al undelor de apă evacuate de la CHE-2 este **amplitudinea nivelului apei** (diferența intrazilnică a nivelului maxim și minim). A fost calculat că, în medie, amplitudinea intrazilnică de nivel în aval de CHN se ridică la 50 cm în apropierea de CHN (5 km aval, post Naslavcea), descrește la 44 cm la 30 km în aval (post Unguri), se reduce dublu, la circa 21 cm, către 100 km mai jos de CHE-2, post Soroca, și se diminuează la 13 cm la Sănătăuca. Astfel, sectorul care este influențat semnificativ de efectul pulsatoriu al undelor de evacuare a apei este de peste 100 km (CHE-2 – Soroca).

La nivel anual, cele mai mari variații ale nivelului apei sunt estimate pentru primii ani de monitorizare, 2013, 2014, valorile se reduc în 2015, 2016, cresc în 2020, 2021. La posturile din apropierea CHE-2 valorile medii anuale sunt de aprox. 30 cm, în 2016, 2022, aprox. 40 cm în 2017-2019, și peste 50 cm în 2013, 2014, 2020, 2021 (fig. 1). La posturile Soroca și Sănătăuca valorile amplitudinii sunt apropiate de 20 cm și 13 cm.

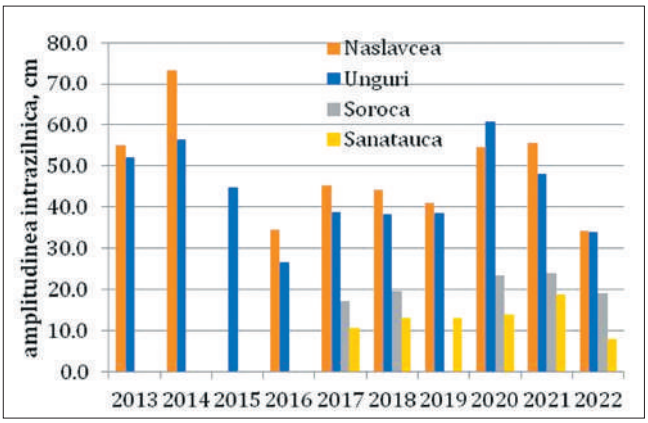



**Figura 1.** Amplitudinea medie anuală a nivelului apei

La nivel lunar, cele mai mari fluctuații se înregistrează în perioada caldă a anului (fig. 2, 3). Se evidențiază lunile aprilie, mai, iunie, iulie, august și decembrie, unde media lunară multianuală la postul din apropiere de CHE-2 depășește 50 cm. Cele mai mici valori ale amplitudinii nivelului, 30 cm, se observă pentru februarie, iar în ianuarie, martie, septembrie, octombrie și noiembrie valorile se apropie de 40 cm. La Unguri variația de nivel puțin se reduce, cu circa 5-10 cm. În lunile mai și iunie, au fost estimate depășiri ale pragului de 50 cm, cu circa 4-10 cm. Cele mai mici valori ale amplitudinii apei sunt estimate pentru septembrie și octombrie – aprox. 30 cm, iar pe parcursul celorlalte luni valoarea se apropie de 40 cm. Atît la Naslavcea cât și la Unguri nu sunt luni în care s-ar înregistra medii ale amplitudinii intrazilnice a nivelului apei mai mici de 20 cm. Reduceri semnificative a amplitudinii apei se observă la posturile situate mult mai departe de CHE-2, Soroca și Sănătăuca. Aici, valorile medii lunare a indicatorului analizat sunt sub valoarea de 50 cm și doar în anumite perioade sub 20 cm. Astfel, la Soroca media fluctuației zilnice a apei este maximă, de aprox. 30 cm, în ianuarie, aprilie, iunie, decembrie, și minimă, de 12-15 cm, în iunie, august și septembrie, iar în celelalte luni – aprox. 20 cm. La Sănătăuca valoarea medie a amplitudinii nivelului apei depășește puțin valoarea de 20 cm doar în martie. În lunile de toamnă se înregistrează valori mici de până la 10 cm, iar iarna, primăvara și vara acestea sunt de 10-15 și uneori 20-25 cm (iunie și martie). Astfel, în profil spațial, efectul hydropeaking, în linii generale, se manifestă, în aval, în primii 100 km de la CHE-2, în anumite perioade, însă, impactul acestui fenomen se extinde substanțial fiind resimțit la 180 km aval de hidrocentrală (post Sănătăuca).

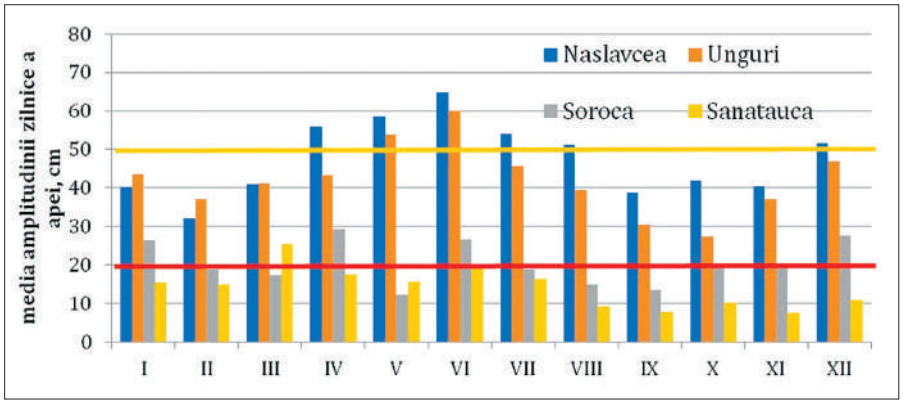



**Figura 2.** Media amplitudinii zilnice a apei la posturile hidrologice, pe lunile anului pentru întreaga perioada de observații

Pentru o evaluare mai detaliată a fluctuației apei, au fost analizate datele zilnice și calculată media multianuală a amplitudinii zilnice a nivelului apei precum și depășirile zilnice a valorilor de referință pe ani. Media amplitudinii zilnice a nivelului apei (fig. 3) arată cît de diferit este acest indicator de la o zi la, atît în profil temporal cît și spațial. În anumite perioade, diferențele de amplitudini pot fi chiar și 60 cm. În medie, valoarea acestui indicator este de 13 cm la Naslavcea, 10 cm la Unguri și Soroca și 6 cm la Sănătăuca.

În rezultatul analizei datelor intrazilnice, au fost identificate zilele cînd fluctuațiile de nivel depășesc valorile prag. Trebuie subliniat totuși că șirurile de date sunt destul de neomogene, fiind identificate multitudini de lacune în date. Astfel, în baza informației existente, a fost stabilit că la Naslavcea amplitudinea nivelului intrazilnic al apei depășește cu mult valorile prag. Depășirea celor 50 cm este în medie de 36%, fiind mai mare în 2013, 2014, 2021 – 40-60% și mai mică în 2016, 2019, 25-27%. Depășirea valorii de 20 cm este semnificativă, în medie – 70%, anii 2013, 2014 evidențiindu-se prin valori mai mari 93-99%, iar 2016, 2018, 2019, 2022 prin valori mai mici 55-62%.

La postul Unguri se observă o descrește nesemnificativă în ponderea valorilor ce depășesc referința. Zilele cu amplitudini a nivelului apei de peste 50 cm sunt 33%, de peste 20 cm – 70%. Cea mai mică pon-

dere a depășirii celor 50 cm a fost evaluată pentru 2016, 2017 – 14-25%, iar cea mai mare pentru 2014, 2020 45-48%. Depășiri semnificative a amplitudinii nivelului apei de 20 cm se observă în 2013, 2014 – 90-96%, și mai puțin evidente in 2016 – 44%. În ceilalți ani, valorile sunt în limitele 60-70%.

La Soroca și Sănătăuca parametrii efectului hydropeaking se reduc semnificativ. Depășiri ale valorii de referință 50 cm sunt puține, 9% la Soroca și 3% la Sănătăuca. Depășiri ale pragului de 20 cm sunt mai multe, în medie la Soroca – 34%, și la Sănătăuca – 14%. La Soroca ponderile pe ani se apropie de 30-40 %, iar la Sănătăuca maximele fiind specifice 27% în 2021 și minime în 2018 – 7%, în 2022 – 0%.

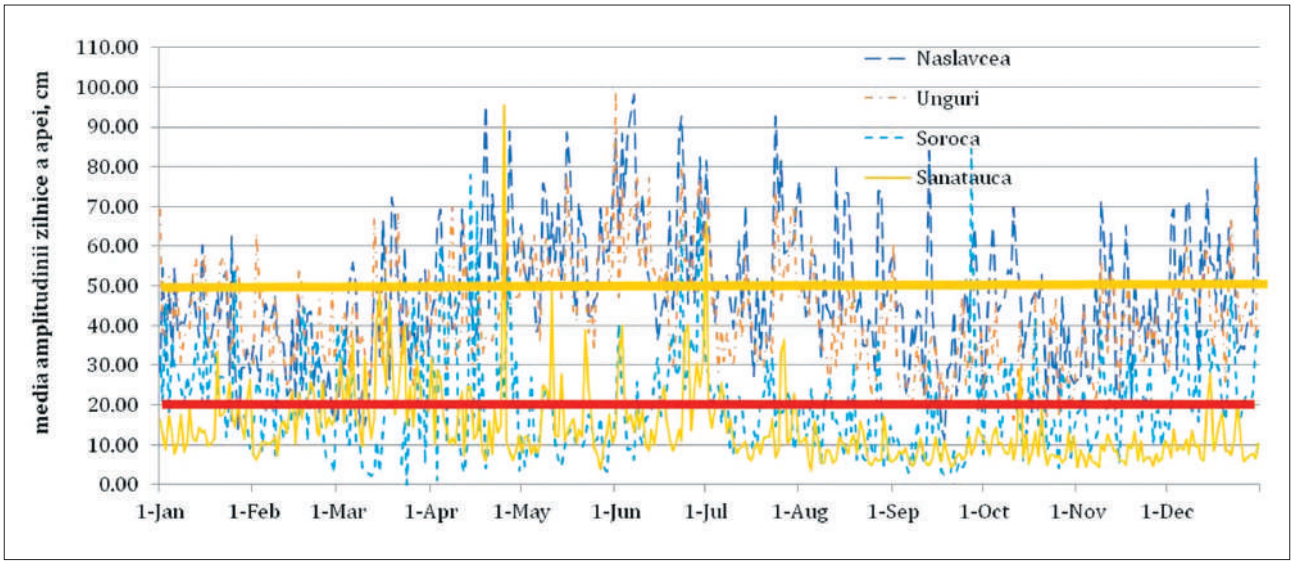



**Figura 3.** Media amplitudinii zilnice a nivelului apei la posturile hidrologice pentru întreaga perioada de observații

**Rata de creștere și descreștere** descrie rapiditatea creșterii sau scăderii nivelului apei în albia fluviului Nistru din cauza funcționării turbinelor CHE-2 și se consideră că acestea influențează în mod semnificativ organismelor acvatice deoarece riscul decesului se majorează odată cu oprirea turbinelor și a fluxului de apă. Ratele de creștere și scădere a nivelului apei au fost calculate pentru cele 4 posturi hidrologice, mediile fiind calculate pentru zile, luni și ani.

La nivel general, mediile ratelor de creștere și descreștere la Naslavcea sunt de 0,31 cm/min și – 17 cm/min, la Unguri valorile se cuprind intre 0,15 cm/min și – 0,12 cm/min. La posturile Soroca și Sănătăuca – ratele sunt 0,04 cm/min și – 0,03 cm/min. La nivel anual, la Naslavcea rata de creștere este mai mare în anii 2013, 2014, 2018, 2020, valorile ridicându-se la 0,35-0,45 cm/min, în alți ani acestea sunt de 0,20-0,30 cm/min. La Unguri valori medii maxime se înregistrează în 2021 – 0,3 cm/min, și minime 0,09 cm/min în 2016, 2018, 2019. La Unguri și Sănătăuca, mediile ratelor de creștere a nivelului apei sunt de 0,03-0,05 cm/min și 0,02-0,03 cm/min pentru toți anii. Rata de descreștere la aceste 2 posturi este de -0,03 cm/min și -0,02 cm/min pe parcursul tuturor anilor de monitorizare. La postul din amonte, variația valorilor ratei de descreștere între ani

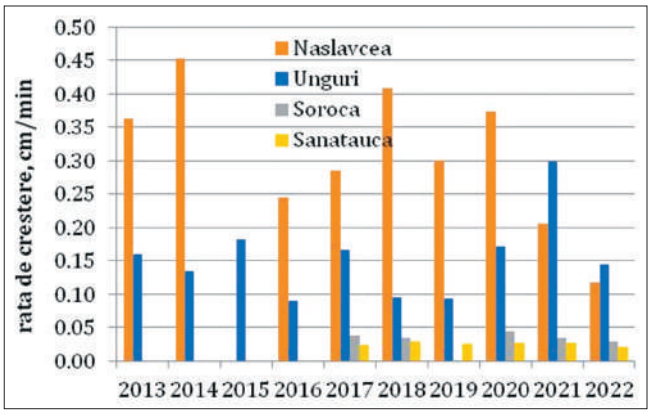



**Figura 4.** Rata de creștere medie pe ani

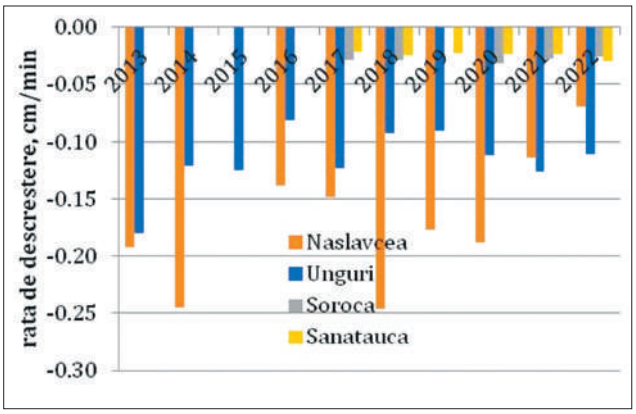



**Figura 5.** Rata de descreștere medie pe ani

nu este mare fiind în limitele -0,13 – -0,08 cm/min. La Naslavcea acest indicator este maxim de -0,25 cm/min în 2014 și 2018, și minim în ultimii doi ani, în ceilalți ani acesta fiind de -0,14- – 0,19cm/min.

În baza analizei mediilor lunare, atât a ratei de creștere cât și descreștere se poate concluziona că valorile la postul Naslavcea depășesc cu mult valoarea prag de 0,08 cm/min, limitele fiind de 0,25-0,5 cm/min și -0,15 – -0,26 cm/min. La Unguri, situația se modifică, ratele menționate de micșorează de două ori comparativ cu postul din amonte, însă totuși și aici valoarea de referință este depășită pe parcursul la toate lunile anului. La posturile Soroca și Sănătăuca rata de creștere și descreștere nu depășește 0,04 cm/min și -0,04 cm/min (fig. 6, 7).

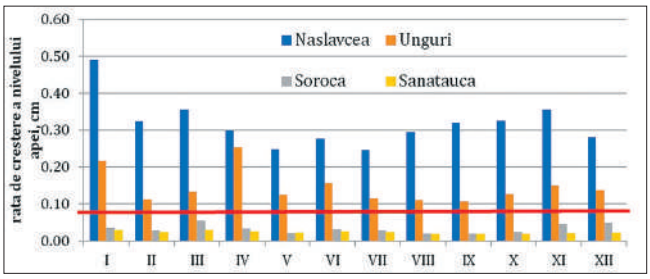



**Figura 6.** Media ratei de creștere a nivelului apei, cauzată de efectul hydropeaking la nivel lunar

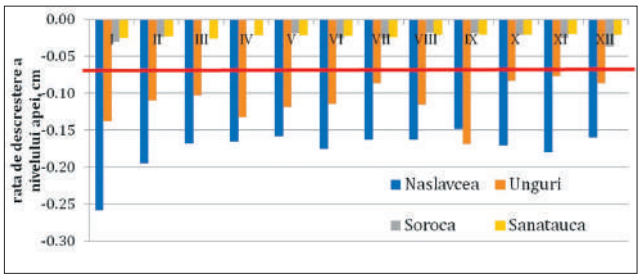



**Figura 7.** Media ratei de descreștere a nivelului apei, cauzată de efectul hydropeaking la nivel lunar

De asemenea, a fost efectuată analiza nivelului apei pe ore pentru a identifica perioada pe parcursul zilei cînd nivelul apei e mai mare sau mai mic. Astfel, a fost identificat că evacuările de apă și, ca urmare, și nivelul apei crește în perioada de după – amiază şi seara, când cererea pentru electricitate crește (fig. 8). Spre exemplu, în anul 2021, la Naslavcea diferența de nivel intre orele 5-7 și 20-22 este de circa 40 cm. Dimineața cînd necesarul de energie electrică este mic și evacuările de apă de la CHE-2 sunt mici, iar cînd acesta crește, se majorează și nivelul apei evacuat prin turbine.

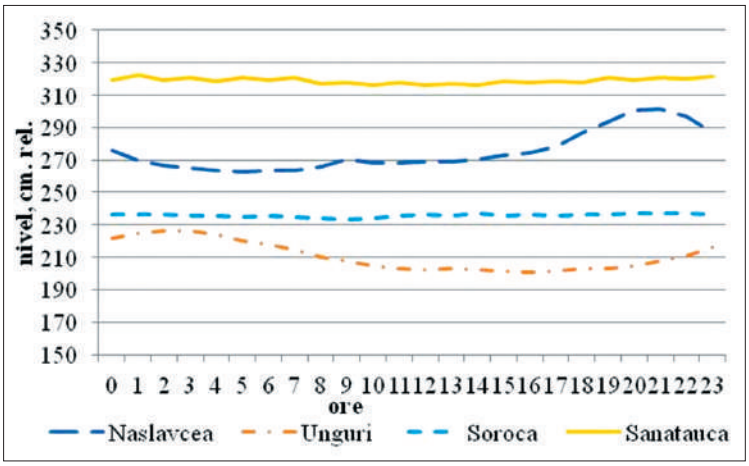



**Figura 8.** Nivelul mediu al apei pe ore, anul 2021

Din figura 8 se poate deduce și dinamica undei apei, maximul de la Naslavcea de la ora 21 apare la Unguri la ora 3, astfel, propagarea undei apei prin albie în regim normal este de circa 6 ore. La Soroca și Sănătăuca, variația pe ore a nivelului deja nu se observă, unda se aplatizează.

## Concluzii

Efectul pulsatoriu al undelor de apă de evacuare de la CHE-2 de pe fluviul Nistru se caracterizează prin variații majore de nivel al apei din cauza funcționării turbinelor acesteia. În medie, amplitudinea intrazilnică de nivel se ridică la 50 cm în apropierea de CHN (5 km aval), descrește la 44 cm la 30 km în aval, și se reduce dublu, la circa 21 cm, către 100 km mai jos de CHE-2. În profil spațial, efectul hydropeaking, în linii generale, se manifestă, în aval, în primii 100 km de la CHE-2, în anumite perioade, însă, impactul acestui fenomen se extinde substanțial fiind resimțit la 180 km aval de hidrocentrală. În medie, rata de creștere/descreștere a nivelului apei este de 0,31 cm/min și respectiv –0,17 cm/min în apropiere de CHN, valorile se reduc de 2 ori către aval (30 km) și de 5 ori către Soroca și Sănătăuca. Astfel, valorile prag stabilite pentru amplitudini și ratele de creștere și descreștere sunt depășite la Naslavcea și Unguri, uneori la Soroca și rareori la Sănătăuca.

Trebuie remarcat faptul că, șirurile de date hidrologice conțin foarte multe lacune și concluziile prezentate pot diferenția de situația reală. Pentru a ridica gradul de încredere este absolut necesar de a perfecționa monitoringul hidrologic, astfel încât șirul de date să fie fără lacune și fără greșeli.

Efectul hydropeaking este un fenomen nou apărut în cadrul bazinului hidrografic Nistru, este datorat activității umane și se consideră a fi de ordin negativ. Din experiența internațională, reiese că așa tip de

impact determină reducerea semnificativă a populației de pești, respectiv, a biodiversității, fapt care impune reglementarea strictă a acestuia. O încercare de reglementare a efectului hydropeaking în limitele fluviului Nistru a fost efectuată prin stabilirea valorilor limită a fluctuațiilor nivelului apei în proiectul Regulamentului de exploatare a CHN din 2017 [3], cu toate acestea, în cadrul regulamentului oficial aprobat recent [4] aceste valori lipsesc și garanția protejării de acest fenomen a regiunii din aval de CHE-2, situată, în mare parte, în limitele Republicii Moldova, lipsește. Negocierile privind reglementarea acestui fenomen, duse în cadrul ședințelor Comisiei pentru utilizarea durabilă și protecția bazinului râului Nistru nu au avut succes la acest subiect. Diminuarea impactului acestui fenomen este posibilă doar prin modificarea modului de funcționare a turbinelor CHE-2, fapt care este destul de realizabil, și nu va determina pierderi majore de energie electrică. În acest context, continuarea negocierilor moldo-ucrainene este binevenită precum și propunerea și insistarea asupra amendamentelor ce țin de subiectul dat în cadrul regulamentului de exploatare CHN.

**Mulțumiri**

Studiul a fost inițiat în cadrul proiectului "The Dniester Hydro Power Complex Social and Environmental Impact Study" 2018-2021 realizat de PNUD Moldova, la cererea Ministerului Mediului, finanțat de Ambasada Suediei în Republica Moldova. Ulterior, cercetarea a continuat în cadrul proiectului 20.80009.7007.11 „Evaluarea stabilității ecosistemelor urbane și rurale în scopul asigurării dezvoltării durabile", realizat de Institutul de Ecologie și Geografie.

**Referințe**

1. *Hydrological data from automated stations Dniester River and its basin* http://nistru.meteo.gov.ua/en/autoposts_operational_data/
2. *Transboundary diagnostic analysis of the Dniester river basin,* Chisinau – Kyiv, 2019, OSCE 2019, 156 p. https://dniester-commission.com/en/news/the-transboundary-diagnostic-analysis-for-the-dniester-river-basin-issued/
3. Правила эксплуатации водохранилищ днестровского каскада ГЭС и ГАЭС при НПУ 77,10 м буферного водохранилища (на русском и украинском языках). Проект. 2017, 106 с. https://bit.ly/3U515GU
4. Правила эксплуатации водохранилищ днестровского комплексного гидроузла. 2022. 38 с. https://bit.ly/3RUkhFI

## АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ БАССЕЙНОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК: ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

***Т.Н. Звездина***

*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25 Октября, 107, Тирасполь 3300, Приднестровье*
*Тел. (+373 533)79560; e-mail: zvezda_pgu@mail.ru*

Бассейны рек, являющиеся особыми, а, в большинстве случаев, уникальными природными системами и обладающие при этом значительным и разноплановым ресурсным потенциалом, на протяжении всего периода существования человечества были и остаются наиболее привлекательными территориями для ведения хозяйственной и иной видов деятельности, т.е. наиболее эксплуатируемыми территориями, испытывающими постоянно возрастающую антропогенную нагрузку.

Оценивая сложившуюся мировую тенденцию, можно констатировать, что проблема устойчивого использования водных ресурсов в настоящее время приобретает первостепенное значение и является особо актуальной для бассейнов трансграничных рек. Значимая роль, в данном случае, отводится межгосударственным взаимодействиям в области использования и охраны водных природных ресурсов. Транснациональные усилия, в первую очередь, предполагают устранение межгосударственных противоречий правового и законодательного характера, а также создание условий для экономически эффективного и экологически безопасного водопользования, обеспечивая, при этом, сохранение природных комплексов как среды обитания живых организмов, гарантируя экологическую стабильность и поступательное динамическое развитие территорий.

Базовым принципом межгосударственного сотрудничества в области использования и охраны трансграничных рек является соблюдение подходов равноправной и справедливой эксплуатации водотоков с учетом интересов сопредельных стран, а так же совместное решение экологических проблем водного бассейна [1]. Таким образом, интегрированное управление трансграничными водными бассейнами предусматривает, помимо создания политической платформы для многопрофильного взаимодействия, формирование осознанной коллективной ответственности.

Устойчивое развитие любого региона невозможно в условиях недостатка водных ресурсов. Ухудшение водно-ресурсного потенциала за счет многообразия видов водопользования в бассейне одного и того же водного источника порождает конкуренцию на местном, национальном уровнях, а в случае трансграничной реки, данный вопрос переходит в плоскость международных отношений и региональной безопасности. Следовательно, трансграничные реки с их природно-географическими особенностями, с одной стороны, предопределяют возможность экономического развития региона, а, с другой стороны, условия водопользования каждой страны, находящейся в бассейновой зоне, оказывают непосредственное влияние на качественное состояние и экологическую устойчивость речной системы в целом.

Речные бассейны являются природными геосистемами с естественными границами. Именно поэтому, бассейновый подход при их исследовании является наиболее оптимальным и достоверным методом. Очевидно, что экологическая безопасность бассейна реки, поддержание и сохранение естественных ценотических сообществ непосредственно зависят от степени антропогенного прессинга на биосистему в целом.

Определение допустимых значений всех возможных факторов воздействия на экосистему, а также прогностический анализ ее перспективного развития реализуются посредством проведения комплексного и всестороннего мониторинга. Осуществление регионального экологического мониторинга предполагает многоплановое изучение природно-территориальных компонентов и позволяет оценить степень трансформации экосистем, входящих в бассейновую структуру реки. Данный подход напрямую соотносится с основными постулатами Концепции устойчивого развития [2], декларирующей определение социо-эколого-экономического состояния исследуемого региона через набор соответствующих интегральных индексов и индикаторов, отражающих состояние окружающей среды и качество жизни с целью определения механизмов и выработки стратегии рационального природопользования и обеспечения равноправного доступа к природным ресурсам.

Установление степени допустимой вариативности основных экологических параметров, гарантирующих устойчивое развитие бассейна реки, позволяет оптимизировать усилия по сохранению и восстановлению биологического разнообразия естественных экосистем и обеспечить поддержание их способности к саморегуляции.

Природные экосистемы эволюционируют с определенной скоростью. В последние десятилетия процессы преобразования бассейновых экосистем происходят значительно быстрее, чем в предыдущие периоды, именно благодаря усилению антропогенного прессинга, который в отличие от естественных факторов действует вне временных геологических рамок, при этом уровень антропогенного воздействия непосредственным образом влияет как на направление, так и на темпы их эволюционного развития.

Изменения климатических условий, постоянно возрастающие частоты возникновения экстремальных гидрологических явлений, таких как засухи и наводнения, агрессивное антропогенное воздействие на бассейновые экосистемы, приводящее к их деградации, а зачастую к исчезновению отдельных звеньев природных комплексов, интенсифицируют проблемы водопользования в бассейнах трансграничных рек и актуализируют вопросы использования технологий их сохранения и восстановления. Одним из наиболее перспективных и эффективных методов адаптации к природно-антропогенным факторам является повышение устойчивости бассейновых сообществ и экосистем.

Одним из приемов, позволяющих обеспечивать сохранность биоразнообразия естественных комплексов, является создание экологического каркаса территории. Экологический каркас представляет собой объединение природных комплексов с индивидуальным режимом природопользования для каждого участка, которые в совокупности формируют пространственно-организационную структуру территории, обладающую экологической стабильностью, предотвращающую утрату биоразнообразия и деградацию ландшафта [3]. Данный подход позволяет дать оценку состояния природных ком-

плексов и определить особенности существующих элементов экологического каркаса в рамках сложноструктурированной организации ландшафтного пространства определенной территории. При формировании экологического каркаса учитывается иерархическая организация ландшафтной структуры территории, соответственно, экологический каркас разрабатывается для каждого уровня, а именно, регионального, субрегионального и локального. Так, например, значимой частью экологического каркаса Приднестровья выступают древесные растения лесов, полезащитные лесные насаждения и естественная степная растительность региона [4].

Анализ структурных элементов экологического каркаса иерархических уровней позволяет разработать модель рационального природопользования, а также предложить создание экологических компенсационных зон для антропогенно-модифицированных пространств.

В целом, способы сохранения и восстановления бассейновых экосистем практически полностью соотносимы с общими подходами, применяемыми при решении аналогичных задач, для любого экосистемного сообщества.

Выделяют следующие возможные пути восстановления поврежденных и деградировавших экосистем [5]:

- восстановление – точное воспроизведение ранее существовавшей природной системы
- реабилитация – воссоздание системы похожей на ранее существовавшую
- замещение – формирование другой экосистемы
- невмешательство – естественный ход сукцессионных процессов.

Реализация первого пути восстановления экосистем сопряжена с определенными сложностями, проистекающими из следующих фактов:

- практически все экосистемы подвержены антропогенному прессингу, различия могут заключаться только в уровне испытываемой ими нагрузки и времени ее продолжительности
- при этом очевидно, что воздействие человека на природу началось с момента становления социума, а по мере его развития только усиливалось.

Принимая во внимание данные предпосылки, достаточно трудно определить изначальное естественное состояние экосистемы, а также выделить конкретный временной период, который должен стать точкой отсчета при проведении работ по воссозданию природных комплексов.

Так, в частности, устойчивость водных экосистем в естественных условиях их существования обуславливается сложными и динамическими взаимодействиями на уровне ценозов в совокупности с физическими и химическими факторами среды обитания. При этом достижение состояния саморегуляции и самоконтроля биологической системы обеспечивают восходящие трофические уровни, характерные для водных сообществ, находящиеся под контролем взаимозависимых каскадных процессов, когда первичные продуценты определяют состояние биоты более высоких порядков, а та, в свою очередь, запускает каскад процессов, контролирующих состояние биоты низших звеньев пищевой цепи [6].

Процесс восстановления водных объектов в современной трактовке рассматривается как набор приемов и методов по снижению антропогенной нагрузки на водоем, в том числе, понижение концентрации биогенных и загрязняющих веществ, повышение гомеостатических характеристик биосистемы в целом. При этом, поддержание способности водных экосистем к самоочищению и балансовой стабильности зависит от комплексного состояния фитоценозов и зооценозов, структура и видовой состав которых, в свою очередь, определяются гидрологическими и гидрохимическими режимами.

Одной из доминирующих проблем в настоящее время выступают процессы эвтрофирования водоемов. Стихийное антропогенное эвтрофирование водных систем приобрело глобальный, практически планетарный, характер и сопряжено с целым рядом негативных явлений, иллюстративными примерами которых могут служить заиливание и массовое развитие сине-зеленых водорослей. Эвтрофирование приводит, в том числе, и к снижению качества воды, к резкому понижению ее органолептических свойств, уменьшению концентрации растворенного в ней кислорода. Помимо этого, некоторые виды сине-зеленых водорослей в качестве вторичных метаболитов могут продуцировать крайне опасные для всего живого цианотоксины. Значительный негативный эффект могут оказывать загрязняющие вещества, содержащиеся в толще воды в свободном доступе. В данном случае, основные методы оздоровления водных систем построены на балансовом принципе поступления веществ [7].

Наблюдаемая в режиме реального времени трансформация природных экосистем бассейна реки Днестр, происходящая, главным образом, под воздействием все возрастающей антропогенной

нагрузки, связана с такими проблемными состояниями как нарушение характера внутригодового распределения стока и гидрологического режима в целом, загрязнение вод многочисленными токсикантами, развитие процессов заиливания и эвтрофикации, деградация мест обитания растений и животных, сокращение площадей нерестилищ, гибель молоди рыб и рядом других негативных явлений.

Зарегулирование стока как результат строительства водохранилищ приводит к изменению водного режима в нижнем течении реки, усиливая заиливание русла и нарушая пути миграции проходных, полупроходных рыб. Наиболее показательным примером может служить известный факт практически полного исчезновения осетровых в реке Днестр. Одной из главных причин данного процесса явилось строительство Дубоссарской ГЭС, проектом которой не были предусмотрены рыбоводные каналы, что исключало возможность миграции рыб к местам нереста, а возведение системы береговых дамб создало непреодолимые препятствия уже на пути фитофильных видов рыб к пойменным нерестилищам.

Строительство и эксплуатация ряда гидросооружений на реке Днестр нанесли колоссальный урон бассейновым экосистемам. Вызванное их деятельностью изменение водного режима, заключающееся в повышении средних температурных показателей в зимний период и в их понижении в летнее время, в совокупности с неестественными резкими перепадами уровня воды явились причиной нарушения цикличности процесса воспроизводства, в первую очередь, промыслово-ценных видов рыб и их замещение сорными видами. Высшая водная растительность начала интенсивно распространяться не только в акватории Дубоссарского водохранилища, но и по всему руслу реки, провоцируя при этом вторичное загрязнение воды органическими веществами и снижение уровня растворенного в ней кислорода за счет активных процессов разложения перифитона и водных растительных организмов.

Происходящие трансформационные процессы экосистемного уровня фактически обуславливают превращение реки Днестр в водоем озерного типа путем замещения речных реофильных гидробионтов лимнофильными [8].

Очевидно, что устранение существующих многоплановых проблемных ситуаций, достижение сбалансированного использования водных ресурсов и обеспечение экологической безопасности бассейна трансграничной реки Днестр требуют принятия комплексных и согласованных межгосударственных решений. Именно поэтому международное партнерство в сфере трансграничного сотрудничества и устойчивого управления в бассейне Днестра является тем необходимым инструментом, который способен обеспечить процесс эффективного природопользования, а также предложить возможные пути преодоления реальных и предупреждения или сведения к минимуму потенциальных рисков.

По данной проблематике за несколько последних десятилетий принят ряд межправительственных документов, среди них можно выделить:

- Соглашение о совместном использовании и охране пограничных вод между правительствами Украины и Молдовы, 1994 г.
- Программа действий по совершенствованию управления водными ресурсами в бассейне Днестра на период 2007-2010 гг., разработанная в рамках международной инициативы «Окружающая среда и безопасность» (ENVSEC) при участии ЕЭК ООН, ОБСЕ, ЮНЕП и др. организаций
- Договор о сотрудничестве в сфере охраны и устойчивого развития бассейна реки Днестр между Правительством РМ и Кабинетом министров Украины, 2012 г.
- Создание Днестровской комиссии по устойчивому использованию и охране реки, 2018 г.
- Проект Глобального экологического фонда (ГЭФ) «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр», июль 2017 г. – май 2021 г.
- Стратегическая программа действий по водоему реки Днестр на период 2021-2035 годов.

Разработка документальной базы, а также конкретных проектов и программ осуществляется при координирующей, экспертной и информационной поддержке таких международных организаций как ОБСЕ, ЕЭК ООН, ЮНЕП и др., имеющих значительный позитивный опыт в сфере трансграничного бассейнового сотрудничества и управления водными ресурсами.

В настоящее время проблема сохранения, поддержания и восстановления бассейновых экосистем Днестра остается крайне актуальной и значимой. Учитывая статус Днестра как трансграничной реки, решение существующих проблем возможно только путем реализации принципа интегрированного управления бассейновыми ресурсами с обеспечением участия в данном процессе всех заинтересованных сторон.

**Литература**

1. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер //un.org›ru/documents/decl_conv/conventions…
2. Конференция ООН по окружающей среде и развитию/ Рио-де-Жанейро, Бразилия, 1992 //https://www.un.org/ru/conferences/environment/rio1992.
3. Пономарев А.А., Байбаков Э.И., Рубцов В.А. Экологический каркас: анализ понятий // Ученые записки Казанского университета, серия: Естественные науки, 2012, Т. 154, № 3, С. 228-238.
4. Кичук Н.И., Усенко А.И. Экологический каркас – важный фактор оптимизации ландшафта Приднестровья // Материалы научно-практической конференции (с международным участием) «Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра», Тирасполь: Eco-TIRAS, 2018, С. 104-106.
5. Митчелл Пол /101 ключевая идея: Экология // М. ФАИР-ПРЕСС, 2001, 224 с.
6. Остроумов С.А. Биологический механизм самоочищения в природных водоемах и водотоках: теория и приложения // Успехи совр. биологии, 2004, Т. 124, №5, С. 429-442.
7. Ашихмина Т.Я., Кутянина Т.И., Домнина Е.А. Изучение процессов эвтрофирования природных и искусственно созданных водоемов // Теор. и прикладная экология, 2014, № 3, С. 6-13.
8. Зубков Е. Влияние гидростроительства на экологическое состояние реки Днестр // Academos, 2007, № 2-3 (7), С. 53-57

# EVALUAREA STĂRII ECOSISTEMELOR ACVATICE: ABORDĂRI, OPORTUNITĂȚI, REALIZĂRI

***Elena Zubcov***

*Institutul de Zoologie , Chișinău, MD 2021 Academiei, 1, tel.+(37322) 737509,*
*Email elzubcov@mail.ru*

## Introducere

Elaborarea bazelor științifice pentru estimarea funcționării ecosistemelor acvatice și argumentarea măsurilor compensatorii, în scopul protecției speciilor rare și pe cale de dispariție de hidrobionţi, diminuarea impactului speciilor invazive, prevenirea efectelor tehnogene și a substanțelor periculoase asupra mediului acvatic actualmente a devenit o prioritate mondială în cercetarea și valorificarea durabilă a mediului de trai.

Fiind o abordare științifică fundamentală în biologie și protecția mediului aceasta presupune obținerea cunoștințelor noi în descifrarea funcționării ecosistemelor acvatice prin studiile conexe: modelare, stabilirea legităților migrației și cercuitului substanțelor chimice, proceselor de bioacumulare, biomagnificare ale ecotoxicanților și xenobionților , stabilirea limitelor de toleranțe ale hidrobionților și nivelului de tampon, de autoepurare și poluare secundare ale ecosistemelor, elaborarea noilor metode de cercetare prin utilizarea tehnicilor și utilajului de performanță.

Bineînțeles că rezultatele acestor investigații necesită implementarea lor în procesul de pregătire specialiștilor cât și realizarea instruirilor periodice pentru specialiștii în domeniu, tineri cercetători, doctoranzi, tineretul studios privind utilizarea noilor aplicații de mediu și organizarea evenimentelor informaționale (conferințe, simpozioane științifice, seminare metodologice).

În corespundere cu Documentele ONU, ale Societății de Toxicologie şi Chimie de Mediu (SETAC) Directiva Cadru privind Apa 60/2000/EC în care problema degradării ecosistemelor acvatice reprezintă eșecul societăților iar programele de cercetare și inovare privind valorificarea durabilă a resurselor oceanice și problema degradării și diminuării resurselor de ape dulcicole, în special cauzate de impactul substanțelor chimice, au devenit parte-componentă ale celor 4 probleme prioritare în lume [1, 7, 8]. Centrul de Cercetare a Hidrobiocenozelor și Ecotoxicologiei a Institutului de Zoologii a elaborat și realizat 3 proiecte internaționale împreună cu partenerii din Moldova, România, Grecia, Ucraina ( BSB27 MONITOX, BSB165 HYDROECONEX în cadrul Programului – Joint Operational Program Black Sea Basin 2014-2020. și 2SOFT1/2/47 în cadrul Programului – Joint Operational Program RO_MD 2014-2020.) și în proces de executare este 1 proiect național 20.80009.7007.06 AQUABIO în cadrul Programului de Stat 2020-2023).

Aspectul inovativ lucrărilor realizate constă în realizarea investigațiilor complexe multilaterale, îmbogățirea cunoștințelor științifice privind funcționarea ecosistemelor acvatice convingătoare, profunde și vizibile

despre starea și procesele care se petrec în mediul acvatic, starea hidrobiocenozelor în temeiul cărora sunt elaborarea și implementate noi metodologii de investigare și tehnici de laborator. Noutatea științifică ale rezultatelor este asigurată prin utilizarea corectă a metodelor și tehnicilor moderne împreună cu partenerii din alte țări, prin stabilirea diferitor legități ale proceselor de distribuire, bioacumulare și biomagnificare, a unor substanțe chimice, succesiunilor hidrobiocenozelor, altor schimbări în mediul acvatic din diferite ecosisteme lentice și lotice a bazinului Mării Negre, prin elaborarea noilor procedee brevetate și fundamentarea științifică a măsurilor preventive orientate spre diminuarea efectelor degradante ale proceselor tehnogene, toxicanților și schimbărilor climaterice asupra ecosistemelor acvatice și metodologiilor de conservarea biodiversității și ameliorarea situației ecologice.

## Metodele și tehnici utilizate

Evaluarea stării habitatelor ecosistemelor fluviale și lacustre, a migrației substanțelor chimice în sistemul apă-mâluri-hidrobionţi, aprecierea diversității principalelor grupuri de hidrobionţi au fost realizate prin colectarea materialului în expediții complexe asupra ecosistemele acvatice în limitele teritoriului Republicii Moldova în bazinele hidrografice ale fl. Nistru (Naslavcea, Nolcineț, Soroca, Camenca, Erjova, Goieni, Cocieri, Vadu-lui-Vodă, Varnița, Sucleia, Palanca), și r. Prut (Criva, acumularea Costești-Stânca, Branište, Sculeni, Leușeni, Cahul, Câșlița-Prut, Giurgiulești) unele afluenți și helește a gospodăriilor piscicole din Moldova și România. S-au realizat și mai multe modelări de laborator ecotoxicologice. Metodele de cercetare (prelevare, analize, estimare) hidrochimice, hidrobiologice, ihtiologice, ecotoxicologice corespund standardelor ISO adaptate la cele naționale sintetizate în 5 ghiduri elaborate și editate în cadrul proiectelor împreuna cu partenerii [2-6].

S-a utilizat accesorii, utilaj, aparataj de performanță inclusiv: spectrometru ISP OES de emisie cu plasma cuplată inductiv ICAP 6000, spectrofotometru cu absorbţie atomică AAS Analyst-400, spectrofotometru Specord 230+, cromatografe cu gaz – Clarus 500, și Agilent-MS, UHPLC Flexar FX 20, pH-metru, gazometre digitale Sartorius PB 11-P11, sistem de digestie Berghof SPEEDWAVE, sistem de distilare a acizilor Berghof, centrifugă Hettich Rotina 420, cuptor Nabertherm CV3/11/B170, balanţe analitice, biurete automate, termostate, frigidere şi congelatoare, microscoape MISMED/2 (LOMO), microscop Axio Imager A.2 (Zeiss), microscop Axio Imager A.2 pentru epi-fluorescenţă (Zeiss), binocular Stereo Discovery. V8 (Zeiss), sisteme de filtrare, oximetru, ionometru, echipament pentru prelevarea eșantioanelor hidrobiologice, ihtiologice și prelucrarea lor preliminară în condiţii de teren, automobilul Volkswagen Caravelle, automobilul Honda CRV MT I-VTEC Elegance/Sport 2.0P 4WD 2014 ș.a.

## Rezultate și discuții

Starea resurselor acvatice ale fluviului Nistru și râului Prut sunt puternic influențate de modificările factorilor de mediu, ca exemplu seceta hidrologică din anul curent (2022) când albia ambelor râuri , înjur de 50% de suprafață, a fost dezgolită de apă în deosebi în perioada vara-toamna. De menționat faptul că barajarea albiei râurilor, inclusiv în scopuri hidroenergetice, diminuarea și nerespectarea păstrării fâșiilor de protecție a râurilor, reducerea suprafețelor ocupate de păduri în bazinele hidrografice ale ecosistemelor acvatice joacă un rol dominant atât în formarea debitului apelor curgătoare, și în rezultat, sporește seceta hidrologică și inundațiile provocate de activitatea umană, iar deversarea apelor reziduale industriale, menajere, a scurgerilor de pe câmpurile agricole și teritoriile urbanizate, gunoiștile neautorizate pe malul râurilor mici – afluenții fl. Nistru și r. Prut sporesc poluarea și înnămolirea râurilor cu toate consecințele asupra proceselor funcționării ecosistemelor acvatice. Observăm acest fenomen în aval de confluența r. Jijia cu r. Prut, aici cantitatea suspensiilor crește destul de vizibil, periodic depeșând valorile de 2 g/l, micșorând transparența apei până la 5-10 cm ce se reflectă negativ asupra efectivul și biomasa organismelor planctonice și diminuează producției primare a fitoplanctonului.

Ambele râuri sunt afectate de influența fragmentării albiei cu barajele hidrocentralelor în deosebi pe fl. Nistru, aici în 1954 în partea inferioară a sectorului mediu al fluviului între or. Camenca şi or. Dubăsari a fost construit lacul de baraj Dubăsari; lungimea lui este egală cu 128 km, lăţimea – de la 200 până la 1800 m (în medie – 528 m), suprafaţa acvatoriului constituie 6570 ha, adâncimea medie – în jur de 7 m, volumul complet – 485,5 mln $m^3$. În 1981 pe sectorul fluviului de la s. Ojevo, r-nul Sochireanskii, regiunea Cernăuţi, până la s. Ustie, r-nul Borşcevsk, regiunea Ternopol, a fost construit lacul de baraj Novodnestrovsk. Lungimea lacului constituie 214 km, lăţimea – de la 200 până la 3750 m, adâncimea – de la 3 până la 56 m în sectorul

inferior. Din anul 1983, în aval de acest baraj, apa Nistrului să aruncă prin turbinele CHE-1 de la adâncime, având în permanență pe cursul anului o temperatură de cca 9°C, ceea ce a provocat schimbări foarte puternice ale parametrilor hidrologice , regimului termic al Nistrului în aval de baraj. Ca rezultat, pe porțiunea de 20 km între Dnestrovsk și Naslavcea din anul 1983 nici într-o iarnă Nistrul nu a înghețat, chiar și la temperatura aerului de minus 26°C. Pentru acest teritoriu ceața a devenit o normă în perioada de toamnă-iarnă-primăvară, astfel, observăm efectul local al Centralei Hidroenergetice Nistrene (CHEN) asupra parametrilor climaterici. Este cunoscut faptul că regimul termic al ecosistemelor acvatice se reflectă și asupra regimului gazos, consumului biochimic și chimic al oxigenului, asupra înmulțirii organismelor acvatice, inclusiv a peștilor [4]. Pentru a micșora salturile nivelului și a temperaturii apei, în amonte de s. Naslavcea s-a construit un baraj. Așa s-a format un lac de tampon pe o distanță de 20 km între barajul CHE-1 și barajul de la Naslavcea. Dar, Ucraina în anii 1991-1992 a instalat în acest baraj 3 turbine hidroenergetice, acesta fiind începutul CHE-2, astfel acest lac și-a pierdut funcția prevăzută inițial [4].

Funcționarea acestor 2 hidrocentrale (CHE1 și CHE2) a influențat esențial regimul hidrologic, hidrochimic şi cel hidrobiologic al fl.Nistru. Dar construcția Centralei hidroelectrice de acumulare prin pompare (CHEAP) și a unui lac al acestei centrale pe partea dreaptă a lacului de tampon a diminuat volumul apei în aval de CHE2 foarte puternic și distruge funcționarea ecosistemul fl. Nistru dramatic. Actualmente, lacul de tampon deja a devenit lac tehnologic al CHEAP din care se alimentează deja 4 turbine CHEAP utilizând fie care din ele câte 240-260 $m^3$/sec de apă. această stație deja a depășit de câteva ori parametrii proiectate în anii 80 secolului trecut, dar țara-vecină continuei lucrul asupra instalării încă a celor 3 turbine. Prin pomparea și aruncarea apei de facto tot ce este viu în apă piere, o bună parte de ară se evaporă și alta se pierde în sistemul tehnologic, astfel pe teritoriu Republicii Moldova vine apă tehnologică și în cantități mult mai mici (în 80% de cazuri înjur de 100 $m^3$/sec) de cele caracteristice pentru fl. Nistru (media multianuală = 230-260 $m^3$/sec). De menționat în Regulamentul construcției CHEN este stipulat scopul – pentru crearea resurselor de alimentare cu apă potabilă, irigare, obținerea energiei electrice...

Există diferite metode de analiză și evaluare a datelor hidrologice, majoritatea din ele sunt grupate după diferiți indicatori pe o perioadă îndelungată. În figura 1 sunt prezentate datele reale (pentru o perioadă de 41 de ani) începând cu anul 1976 (7 ani până la darea în exploatare a CHE-1) și până în anul 2017. Se observă că în cei 7 ani de până la construcția CHE-1 debitul a oscilat în limitele 324-610 $m^3$/sec, fiind în medie de 422 $m^3$/sec; în cei 34 de ani după darea în exploatare a CHE-1 valoarea medie a fost de 218 $m^3$/sec și doar într-un an a fost >400 $m^3$/sec, în doi ani >300 $m^3$/sec, în șaptesprezece ani >200 $m^3$/sec și în paisprezece ani >100 $m^3$/sec. Astfel, impactul CHEN asupra parametrilor hidrologice este destul de vizibil.

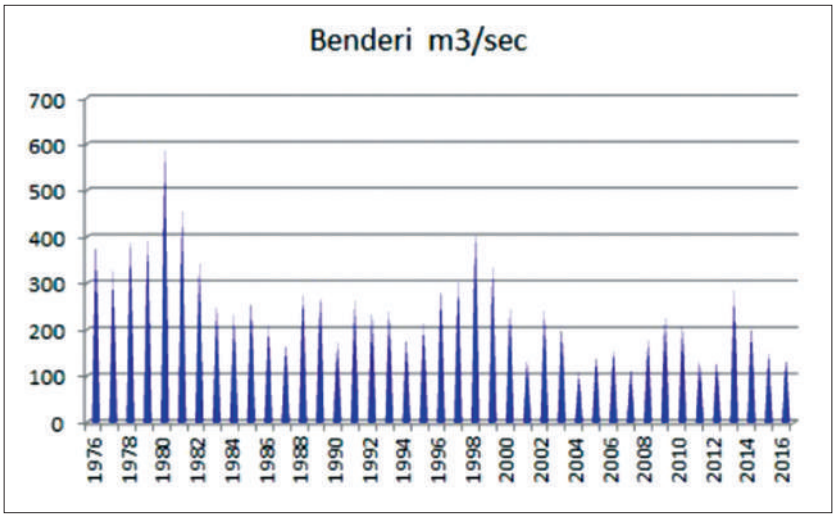



**Fig. 1.** Debitul apei în fl. Nistru la postul hidrologic Bender, medii anuale, $m^3$ /sec
(sursa: Hidrometeo URSS,1976-1992 și datele de la Bender după 2012)

Datele hidrologice (viteza, nivelul, debitul, temperatura apei) fac parte din categoria datelor principale, obligatorii pentru monitorizarea și evaluarea impactului CHEN asupra stării Nistrului inferior și medial. În ecosistemele fluviale naturale, care nu sunt supuse transformării antropice (de referință) există un echilibru între parametrii fizico-chimici, chimici și biologici, mai corect, există sistemul care este foarte mobil sau

raportul în sistemul „apă – suspensii – depuneri subacvatice – hidrobionți”, este specific și stabil pentru fiecare corp de apă. Anume acest echilibru și determină baza proceselor de funcționare a ecosistemelor acvatice. Se cunoaște faptul că modificarea acestor indicatori poate provoca schimbări grave și, deseori, ireversibile pentru apele curgătoare. Cu regret, avem disponibile careva date oficiale multianuale privind viteza apei pe cursul râurilor. Oricum, fiind aproape lunar în expediții, am observat nu o singură dată, îndeosebi, în sectorul medial al fluviului, o viteză a apei extrem de mică. La fel și în zona s. Palanca, însă la această stațiune este observată și ridicarea apei din sectorul inferior al fluviului, în special, în perioada de etiaj. Astfel nivelul, viteza, debitul apei sunt indicatori-țintă necesari pentru evaluarea influenței complexelor hidroenergetice asupra stării ecosistemelor curgătoare barajate.

Evident, sunt necesare măsurători hidrologice în aval de baraje. Luând în considerație problemele cu care astăzi ne confruntăm în estimarea situației ecologice a fl. Nistru, este foarte important să dispunem de un post hidrologic, care ar lucra on-line, în orice zonă în aval de CHEN, dar în amonte de lacul de acumulare Dubăsari.

În ecosistemele fluviale native, care nu sunt supuse transformării antropice (de referință), originea solidelor în suspensie, compoziția lor granulometrică, mineralogică și chimică au fost și rămân parametrii pentru evaluarea gradului proceselor de eroziune-denudare într-un bazin hidrografic și un indicator al capacității de migrație a substanțelor chimice în bazinele hidrografice, în sistemul „apa-suspensii-mâluri” și procesele „absorbției-sedimentare-desorbție care la rândul său determină procesele de autoepurare-poluare secundară în ecosistemele acvatice.

Anterior, evaluarea scurgerii solide a râurilor au fost unul dintre criteriile fundamentale pentru starea bazinului hidrologic și a râului în sine. Substanțele suspendate sunt sorbenți-filtranți pentru ecosistemele acvatice fiind parte-componentă a proceselor fizico-chimice de autoepurare și poluare secundară . Diminuarea suspensiilor solide în fluviu Nistru este direct influențată de funcționarea hidrocentralelor Nistrene [9]. Analiza rezultatelor pe termen lung ale dinamicii conținutului și scurgerii substanțelor suspendate indică faptul că o astfel de dinamică este tipică pentru corpurile de apă stagnante, dar nu și pentru ecosistemele fluviale. În acest caz, practic nu există dinamică sezonieră, nu există nici o relație între cantitatea de scurgere a apei și parametrii fizico-chimici. Capacitatea de adsorbție a apei din Nistru către substanțele chimice străine este aproape de zero, de unde declinul accentuat al proceselor de autoepurare și rolul crescut al poluării secundare a râului. Acești factori sunt, de asemenea, fundamentali în schimbarea hidrobiocenozelor râului, reducând capacitatea de tampon a ecosistemului și toleranța organismelor acvatice, în special în condiții de schimbări climatice nefavorabile. Deja multe sectoare ale fluviului cu depuneri nisipoase se înlocuiesc cu măluri sure șau sure-negre, care sunt caracteristice pentru apele stagnante, mlaștini și nu pentru cele fluviale.

Fl. Nistru și r. Prut se află în aceleași zone fizico-geografice, izvorăsc din aceiași regiune a munților Carpați, având în părțile superioare unii afluenți comuni. Faptul că în r. Prut s-au păstrat proprietățile unui ecosistem curgător, dar Nistrul inferior se transformă într-un ecosistem cu ape stagnante sau limnologice ne permite să constatăm că de facto avem un impact periculos provocat de funcționarea CHEN și este necesar de a rezolva acestă problemă între 2 țari vecine printr-un management echilibrat pentru o valorificare durabilă ale ecosistemelor fluviului Nistru în aval de barajul Naslavcea. Faptul metamorfizării componenței mineralizarea apei în fluviu demonstrează ca în bazinul hidrografic a Nistrului se petrec procese ireversibile și imprevizibile nu numai pentru funcționarea ecosistemului acvatic, ci și pentru întreg teritoriu al bazinului hidrografic, care pot provoca deșertificarea lui intensivă [10]. schimbări susnumite să reflectă asupra biodiversității, efectivului și proceselor reducționale a hidrobiocenozelor. Observăm înlocuirea speciilor reofile cu cele limnofile, o abundență de răspândire a speciilor invazive de hidrobionţi. Suprafața acoperită de macrofite până la construcția CHEN era de 0,7-1%, în anii 80 s.t –10-15%, în ultimii ani – în jur de 85 % de acvatoriu.

## Concluzii

Investigațiile multianuale complexe ne permit să propunem excluderea complexelor hidroenergetice, îndeosebi, a celor de acumulare prin pompare din lista așa-numitor „întreprinderi ecologice”, deoarece ele distrug funcționarea ecosistemelor fluviale. Construcția CHEAP pe râurile mari, care au rol de sursă de apă potabilă ar trebui să fie interzisă.

Se propun următorii indicatori pentru evaluarea impactului activității umane inclusiv a complexelor hidroenergetice și a schimbărilor climatice asupra ecosistemelor acvatice curgătoare:

- hidrologici (debitul, viteza, temperatura apei în ecosistemele fluviale, cantitatea, componența și distribuirea suspensiilor și a aluviilor, schimbările hidromorfologice ale bazinului hidrografic, evaluarea can-

titativă a formării volumului de apă în râuri inclusiv din apele subterane, pentru prevenirea desecării bazinului hidrografic, mai ales în aval de barajele CHE);

- hidrochimici regimul gazos, raportul între ionii principali și corelația lor cu parametrii hidrologici, procesele de migrație a substanțelor chimice în sistemul apă-suspensii-mâluri);
- hidrobiologici (indicatorii diversității, efectivul , biomasa și productivitatea organismelor planctonice și bentonice, potențialul acestora de înmulțire, poluarea biologică);
- ecotoxicologici și de funcționare a ecosistemelor (nivelul de toleranță a hidrobionților, potențialul de tampon a ecosistemului, troficitatea și saprobitatea lui, nivelul de eutrofizare, intensitatea proceselor de autoepurare și poluare secundară, a proceselor producțional-destrucționale și înmulțire a organismelor acvatice, inclusiv a ihtiofaunei). Acești indicatori ar trebui să devină fundamentali și în evaluarea impactului și, invers, a beneficiilor social-economice ale CHE.

**Mulțumiri:**

*Lucrarea este realizată în cadrul proiectului național 20.80009.7007.06" AQUABIO, finanțat în cadrul Programului de Stat 2020-2023 și 3 proiecte internaționale BSB27 MONITOX și BSB165 HIDROECONEX în cadrul Programului – Joint Operational Program Black Sea Basin 2014-2020 și 2SOFT1/2/47 în cadrul Programului – Joint Operational Program RO-MD 2014-2020 finanțate de EU.*

**Referințe**

1. Anne Fairbrother, Derek Muir, Keith R. et al. Environmental Quality: Priority Research Questions for North America, First published: 30 July 2019, https://doi.org/10.1002/etc.4502
2. Ecotoxicological methodological guide for environmental monitoring: problematics, laboratory techniques and health risk investigation; Chișinău: 2021, "Tipografia Centrală", 112 p.
3. Hight-performance analytical techniques for the monitoring of toxicants in environment. Methodological guide / Tehnici analitice de înaltă performanță pentru monitorizarea substanțelor toxice din mediu. Ghid metodologic. Cluj-Napoca, 2021 (Cartea Cărții de Știință), 180 p.
4. Methodological guide for monitoring the hydropower impact on transboundary river ecosystems. Chișinău: 2021 («Tipografia Centrală»), 80 p.
5. Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic. , Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
6. Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance. Chișinău: «Elan Poligraf», 2015.
7. Philip J. Landrigan, Richard Fuller, Howard Hu, et al., Pollution and Global Health – An Agenda for Prevention, Environ Health Perspect. 2018 Aug.; 126(8): 084501, doi: 10.1289/EHP3141
8. SETAC Europe 29th Annual Meeting 26−30 May 2019, Helsinki, Finland.
9. Зубкова, Е.; et al. Воздействие гидростроительства на сток взвешенных веществ Днестра // Hydropower impact on river ecosystem functioning / Proceedings of the International Conference, Tiraspol: Eco-TIRAS, October 8-9, 2019, c. 135-139.
10. Зубкова, Е.; et al. Многолетняя динамика минерализации и главных ионов в воде Днестра // Hydropower impact on river ecosystem functioning / Proceedings of the International Conference, Tiraspol: Eco-TIRAS, October 8-9, 2019, c. 130-134.

## ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА РІЧОК БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ

***В.С. Іваненко***

*Миколаївський національний аграрний університет,*

*e-mail: kypinc@ukr.net*

У житті людей ріки відіграють величезну роль, адже здавна людина використовує їхню воду для своїх потреб. Ще багато століть тому енергію річкових вод почали використовувати як рушійну силу – спочатку для водяних млинів, потім для приведення в рух механізмів на фабриках та заводах, а в наші часи – для гідроелектростанцій. Річка Прип'ять належить до числа великих річок України, найбільша

за площею басейну, довжиною і водністю права притока Дніпра. Загальна довжина річки Прип'ять становить 775 км, у межах України – 254 км.

Основними екологічними проблемами річки Прип'ять є зміна гідрологічного режиму та управління водними ресурсами, забруднення поверхневих вод та зміна водних екосистем, їх біологічної різноманітності. Дуже важливою екологічною проблемою Прип'яті,після аварії на Чорнобильській атомній електростанції у 1986 році, є забруднення її вод радіонуклідами.

*Ключові слова: екологічні проблеми, радіонукліди, управління водними ресурсами, забруднення поверхневих вод.*

## ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF USE AND PROTECTION THE RIVER OF THE PRIPYATI POOL

Rivers play a huge role in people's lives, since ancient people used their water for their needs. Many centuries ago, the energy of river waters began to be used as a driving force – first for water mills, then for driving mechanisms in factories and plants, and nowadays – for hydroelectric power stations. The Pripyat River is one of the great rivers of Ukraine, the largest in terms of basin area, length and water level of the right tributary of the Dnieper. The total length of the Pripyat River is 775 km, within Ukraine – 254 km.

The main environmental problems of the Pripyat River are the change in the hydrological regime and management of water resources, the pollution of surface waters and the change of aquatic ecosystems and their biological diversity. A very important environmental problem of Pripyat, after the accident at the Chernobyl nuclear power plant in 1986, is the contamination of its waters with radionuclides.

***Key words:*** *environmental problems, radionuclides, water resources management, surface water pollution.*

### Методи та матеріали

Річка Прип'ять не звичайна річка. І такою її зробив, перш за все, людина. Її гирло розташоване в зоні найбільшої техногенної катастрофи за всю історію людства – на території зони відчуження, що утворилася в результаті аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС). Вся ця територія стала непридатна для життя людини, але всупереч прогнозам не перетворилася на мертву пустелю, а навпаки, дозволила вижити багатьом видам рослин і тварин, яким в іншому випадку загрожувало вимирання. Природа в басейні річки Прип'ять теж красива і мальовнича. Починаючись у Волинській височині, річка тече по території Поліської низовини в заболоченій долині.

Водозбірні території річки найбільш сильно постраждали від аварії, і на сьогоднішній день залишаються забрудненими радіонуклідами. Річку Прип'ять вважають головним джерелом скидання радіонуклідів у Київське водосховище.

### Результати та обговорення

Річка була транзитним водотоком під час аварії на ЧАЕС, цей потік радіонуклідів був великий, пройшов по Прип'яті та був здетонований у Київському водосховищі. На перший погляд дно Прип'яті чисте, радіонуклідів там немає [1]. Але вся система водозабору Прип'яті зберігає досить велику кількість стронцію та цезію.

Людина хоче змінити гідрологію водотоку, реалізувавши будівництво гігантоманського проєкту – канал Балтика – Чорне море, відомий як проєкт Е40. Для цього потрібно провести днопоглиблення річки Прип'ять. При цьому проєкт Е40 не проходив ні оцінки впливу на довкілля, ні якихось серйозних екологічних, економічних, соціальних експертиз.

Що собою являє проєкт Е40? Проєкт міжнародного водного шляху Е40, має з'єднати Балтійське та Чорне моря. Водний шлях Е40 протяжністю 2352,8 км входить до переліку внутрішніх водних шляхів міжнародного значення, затвердженого Європейською угодою про найважливіші внутрішні водні шляхи міжнародного значення. Країни, територією яких проходить цей водний шлях: Польща, Білорусь, Україна. Е40 простягається маршрутом від Балтійського до Чорного морів: Гданськ (Польща) – Херсон (Україна) через ріки Вісла – Буг – Мухавець – Дніпровсько-Бузький канал – Піна – Прип'ять – Дніпро.

Прип'ять – це українська Амазонка, єдина річка Білорусі, яка збереглася практично повністю у природному стані, та єдина в Європі, що тече у широтному напрямку. Вона створила унікальну еко-

систему на білорусько-українському Поліссі, тому може потерпати після запуску водного шляху Е-40. Будь-яке втручання може спричинити зникнення незвичайних природних куточків [2].

Водність верхньої Прип'яті досить мала, воду звідси беруть для підтримки Дніпро-Бузького каналу. Вже сьогодні річка Піна, в яку потрапляє цей канал, стала більш водною, ніж сама Прип'ять. Тобто сьогодні вже Прип'ять – це притока Піни. Ділянка між Білим озером та вся ділянка заповідника «Прип'ять-Стохід» стане з меншою кількістю води.

Заплановане випрямлення ділянки Прип'яті на території Беларусь позначиться на кількості та розподілі води: шлюзи, греблі та інші встановлені на річці конструкції можуть викликати підтоплення одних прилеглих територій та осушення інших. Оскільки місцеву екосистему формують саме величезний водний басейн (ширина розливу зараз досягає 30 кілометрів!), швидше за все, зникне унікальний ландшафт [3] (меандри річки, численні стариці та старі озера), а також рідкісні заплавні діброви, дюни, болотяні масиви та природні затоки. Поглиблення річки (без нього судна просто не пройдуть у деяких місцях) призведе до зниження швидкості течії, а отже, послабить здатність річки до самоочищення від забруднювачів.

Враховуючи те, що Е40, так чи інакше, торкнеться особливо природних територій Білорусії, що охороняються: національного парку «Прип'ятський», Поліського державного радіаційно-екологічного заповідника, 11 заказників республіканського значення і шести заказників місцевого значення. 12 із цих територій мають міжнародне значення: вони охороняються Рамсарською конвенцією та є територіями, важливими для птахів.

Через заплаву Прип'яті проходить один із найбільших міграційних шляхів для птахів на території Білорусі та в Європі. За сезон тут пролітає 30-50 тисяч гусей, 150-200 тисяч особин свіязі, до 400 тисяч турухтанів, до 1,5 мільйонів інших водоплавних птахів. Тому будівництво та експлуатація водного каналу може позбавити пернатих останнього перед тундрою місця зупинки.

Може скоротитися чисельність птахів, які тут мешкають та гніздяться. На даний момент на цій території мешкають 329 видів пернатих, це 90 відсотків від загальної кількості птахів Білорусі. Крім того, у разі будівництва Е40 проблема зникнення птахів може «вилетіти» за межі країни: у місцях, де планується судноплавний канал, мешкають глобально загрозливі види, тобто такі, яких дуже мало у світі. У цих місцях живе майже половина світової популяції вертлявого очерету, через Е40 буде втрачено до 90 відсотків цих птахів.

Масштабний інфраструктурний проєкт Е40 почне «реконструкцію» природи, це може статися в найближчі роки. Якщо Е40 побудують і активно використовуватимуть, місцева фауна може непередбачено помінятися. Зокрема, водний канал спростить міграцію деяким чужорідним видам (американським та азіатським), які зараз живуть у схожих із українськими та білоруськими природними умовами. Тварини-іноземці можуть потіснити і навіть повністю виселити наших. Такі приклади вже є: з території Польщі в Україну та Білорусь прийшли американські раки та виживають вітчизняних.

Станом на сьогодні водний шлях не функціонує в повному обсязі, востаннє вантажі перевозились за цим маршрутом за часів Радянського Союзу. Найбільші проблеми щодо судноплавства стосуються ділянок, які знаходяться на території Польщі. Це болотні ділянки, при поглибленні яких необхідно врахувати багато природних факторів, щоб не викликати посуху суміжних територій та лісових масивів.

Україна серед країн-учасниць проєкту найбільш готова до відновлення Е40 та розвитку водного шляху. Днопоглиблення на внутрішніх водних шляхах вже здійснюється. Але ніхто не знає, де зосереджені радіоактивні відходи, скільки їх і яким чином проявить себе річка під час днопоглиблення [4]. Експерти і науковці наголошують, як тільки буде змінена гідрологія водотоку, одразу річка почне вимивати радіонукліди зі свого водозбору, тобто будь-яка діяльність з річкою призведе до забруднення вод радіонуклідами.

За проєктом водний шлях проходить через забруднені радіонуклідами території, зокрема через Поліський державний радіаційно-екологічний заповідник, який саме виник на найбільш забруднених Чорнобильською аварією територіях. Сюди, за даними вчених, випала третина всіх радіонуклідів (30 відсотків цезію, 70 відсотків стронцію, 97 відсотків плутонію) [5].

Найбільші проблеми будуть у українців. Будівельні роботи розпочалися на семи різних ділянках річки, п'ять з яких розташовані менш ніж за 10 км від зруйнованого реактора. Це суперечить рекомендаціям Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), чорнобильська зона відчуження має залишатися недоторканою через радіоактивне забруднення після аварії на ЧАЕС 1986 року.

Річ у тім, що річковий мул працює як губка: він збирає різні забруднювачі, зокрема радіонукліди. Під час поглиблення дна ця «губка» у будь-якому випадку буде торкнутися, і «розтривожений» мул піде вниз за течією Прип'яті та Дніпра до Київського водосховища. З цієї водойми та пов'язаних з нею отримують воду близько 30 мільйонів українців.

Басейн річки Прип'яті, як свідчать дані багаторічних спостережень, рідко страждав від засух. Але вже кілька років на її притоках майже не ставалося паводків і повенів, декілька років поспіль восени впродовж тривалого часу відзначаються рекордно низькі рівні води. Річки і озера міліють, пересихають джерела. Часто все це списують на глобальні зміни клімату. А чи все ми зробили, аби пом'якшити їх негативний вплив, чи все вжито для раціонального використання водних ресурсів? Відповідь на ці питання належить ще дати.

Враховуючи стурбованість потенційними загрозами для навколишнього середовища, організації з Білорусі, Польщі та України, незалежні фахівці, екологічні активісти та мешканці Полісся об'єдналися, щоб не допустити появи проєкту. Проєкт Е40 вигідний лише бізнесу. Вчені попереджають про радіаційні ризики через будівництво водного шляху, що з'єднує Балтійське море з Чорним. Поглиблення річкового дна у зоні відчуження може призвести до підйому на поверхню радіоактивного мулу, а також забруднення питної води для восьми мільйонів українців, попереджають вчені та екологи.

Кілька неурядових організацій, зокрема «Врятуй Полісся», Всесвітній фонд дикої природи (WWF) та Bird Life, попереджають, що уряд України порушує закон, не провівши оцінку впливу будівельних робіт на навколишнє середовище, як того вимагає українське законодавство. На думку природоохоронних організацій, техніко-економічне обґрунтування Е-40, яке було проведене Морським інститутом у Гданську, не оцінило належним чином наслідки радіоактивного забруднення у зоні відчуження.

За роки, що минули з часів катастрофи, донні відкладення закрили радіоактивні мули. Але якщо почати на цих забруднених територіях днопоглиблювальні роботи, то все, що заспокоїлося і лежить на дні під 60-80 сантиметровим мулом, перетвориться на одну мить на радіоактивний коктейль, що може призвести до серйозних наслідків.

Якщо радіоактивні мули будуть потривожені, і вони рушать вниз по Дніпру, то це може загрожувати втратою головної водної артерії країни як джерела питного водопостачання [6], а також не можна буде використовувати дніпровську воду для зрошення земель і поливу полів. З локального Чорнобиля легко необдуманими та не зваженими, популістськими рішеннями перетворити всю країну на «чорнобиль».

## Висновки

Сьогодні суспільство у процесі своєї життєдіяльності зіштовхнулося із проблемою інтенсивного використання природних ресурсів загалом і водних. З кожним роком водні об'єкти піддаються все більшому антропогенному впливу. Перш за все це стосується малих річок, яким властива досить повільна швидкість течії, що робить їх більш чутливими до антропогенного впливу. Крім того, зростаюче безповоротне виконання різного роду господарських робіт у межах річкових басейнів негативно позначається на процесах очищення і руслоутворенні, чистоті вод та русел річок. Саме тому раціональне використання річок є хоч і складною, але досить актуальною проблемою сучасного водного господарства України.

## Література


1. Шкуткова В.О. Фактори техногенного впливу АЕС на довкілля // Актуальні проблеми життєдіяльності людини в сучасному суспільстві: тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 18-20 листопада 2020. Миколаїв : Миколаївський національний аграрний університет, 2020. С. 94-96. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8151.
2. Герасіменя О.А., Курепін В.М. Концепція захисту населення і території у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій // Актуальні проблеми життєдіяльності людини в сучасному суспільстві : тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 18-20 листопада 2020р. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2020. С. 10-12. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8122.

3. Курепін В.М., Іваненко В.С. Екологічні виклики регіону // День Землі – Earth Day [Електронний ресурс] : тези доповідей здобувачів вищої освіти спеціальностей 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 квітня 2020 р. – Миколаїв: МНАУ, 2020. – С. 28-31. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7041.
4. Іваненко В.С., Курепін В.М. Захист водних ресурсів та джерел водопостачання // Захист водних ресурсів – Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов‘язання держав світу: тези доповідей з щорічного тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 22 березня 2022 року. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 9-13. URL https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11213.
5. Курепін В.М. Маловідомі факти про Чорнобильську АЕС // Інформаційно-психологічна та техногенна безпека: історичні аспекти, особливості захисту суспільства та особистості: матеріали доповідей за результатами проведеного спільного «круглого столу» обліково-фінансовий факультет, інженерно-енергетичний факультет, м. Миколаїв, 9 грудня 2021р. Миколаї: МНАУ, 2021. С.7-11. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/10689.
6. Курепін В.М. Вода, як цінність людського життя // Захист водних ресурсів – Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов‘язання держав світу: тези доповідей з щорічного тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 22 березня 2022р. Миколаї: МНАУ, 2022. С. 13-16. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11214.

# АДАПТАЦИЯ К ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА И ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

***Иван Игнатьев***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25-го Октября 128, г. Тирасполь MD 3300*
*Тел. (+373777) 74360, E-Mail: ecospectrum@gmail.com*

Засухи и наводнения, переживаемые Европой в течение последних лет, сделали абсолютно абсурдным утверждение о том, что климат не меняется и сопутствующие ему риски не реализуются. По мнению экспертов Межправительственной группы по изучению климата (МЭГИК), именно вода является ключевым фактором этих стихийных бедствий [1]. Именно поэтому эффективное управление водными ресурсами является одним из основных элементов национальных и региональных стратегий, направленных на адаптацию к изменению климата.

При этом важен комплексный подход, включающий в себя как меры, направленные на предотвращение изменения климата, так и адаптивные мероприятия, обеспечивающие приспособление к таким изменениям. К числу адаптивных мер, в полной мере, можно отнести и мероприятия, обеспечивающие более эффективное управление и использование водных ресурсов. Согласно прогнозам, повышение температуры на несколько градусов может привести к уменьшению стока рек и водообеспеченности на 10-30%. Это влечёт за собой уменьшение количества и ухудшение качества доступных водных ресурсов, а также условий водоснабжения для всех категорий водопользователей, включая природные экосистемы.

Разрабатываемые стратегии и планы по адаптации водных ресурсов обязательно должны включать в себя правовые, институциональные и технические мероприятия, обеспечивающие охрану, а также разумное и эффективное использование всех типов вод. Методологический подход, используемый при планировании и реализации таких мероприятий, основан на интегрированном управлении водными ресурсами. Интегрированное управление водными ресурсами (ИУВР) можно определить как «процесс, поддерживающий скоординированное развитие и управление водными, земельными и связанными с ними ресурсами, в максимальной степени и справедливо обеспечивая экономическое и социальное благосостояние, не ставя под угрозу устойчивость существования жизненно важных экосистем» [2]. ИУВР обеспечивает баланс между использованием ресурсов для жизнеобеспечения и сохранением ресурсов для будущих поколений.

ИУВР включает инфраструктурные, правовые и институциональные стратегии, обеспечивающие охрану и сбалансированное использование всех типов водных и сопутствующих им ресурсов. При этом основной акцент сделан на двух категориях водопользователей – людях и экосистемах. В этом случае единицей планирования и управления является речной бассейн. В отношении трансграничных водотоков разрабатываемые планы ИУВР должны быть согласованы со всеми прибрежными государствами и основаны как на многосторонних, так и на бассейновых соглашениях. Хорошим примером такого подхода, на постсоветском пространстве, может служить процесс разработки и имплементации Договора между Молдовой и Украиной о сотрудничестве в области охраны и устойчивого развития Днестра [3].

В системе ИУВР выделяют так называемые “hard” и “soft” стратегии. «Хард» стратегии и их элементы включают строительство, реконструкцию и восстановление технической и экологической инфраструктуры, обеспечивающей управление стоком рек и создание запасов воды, а также защиту от паводков и наводнений. К таковым относят как инженерную инфраструктуру (водохранилища, пруды, платины, каналы, дамбы, польдеры, ливневые канализации), так и экологические компоненты (пойменные леса, мероприятия по восстановление ветландов, природного русла рек и их меандров, др.). Строительство и поддержание такой инфраструктуры требует существенных финансовых вложений со стороны государства, местных властей и водопользователей.

Наиболее эффективным из инженерных мероприятий является создание водохранилищ. Специально для борьбы с наводнениями такие противопаводковые водохранилища создаются редко, поскольку их создание зачастую не оправдывается экономически, так как затраты на создание могут превысить ущерб от затопления тех территорий, которые они предназначены защищать [4]. В 1984-1989 годах в Молдове насчитывалось 3532 пруда и водохранилища [5]. В последующие годы количество водоемов, имевших первоначальную емкость до 50-150 тыс. м$^3$, значительно сократилось вследствие заиления и зарастания водной растительностью. По приближенной оценке, на современном этапе общее число прудов и водохранилищ в Молдове составляет примерно 3000; среди них насчитывается 126 водохранилищ, полный объем которых составляет более 1 млн. м$^3$ [5].

«Софт»-стратегии включают в себя различные институциональные и управленческие инструменты, обеспечивающие охрану и эффективное использование водных ресурсов, как в обычном режиме, так и при стихийных бедствиях. Важное место здесь занимают институциональные механизмы, способствующие адаптации к изменениям климата и сбалансированному водоснабжению населения, предприятий и экосистем. Софт-элементы экономически менее затратные, чем инфраструктурные решения. Они должны включать в себя мероприятия, направленные на внедрение водосберегающих технологий в промышленности, сельском хозяйстве и в быту, а также изменение тарифной политики, информирование и повышение культуры водопотребления. Значительная роль в стратегиях отводится управлению хозяйственным использованием пойм и водосборов, которое основано на следующих принципах [4]:

1. Поскольку полностью устранить угрозу наводнений невозможно, необходимо такое использование подверженных наводнениям территорий, при котором ущерб от наводнения был бы минимальным;
2. Политика регулирования хозяйственного развития пойм не отрицает необходимости проведения защиты, но основным критерием ее применения становится максимальная эффективность при минимальном нарушении природной среды;
3. Одновременно соблюдается требование проводить инженерные и хозяйственно-административные мероприятия не на отдельных участках пойм, а на всем водосборе.

Под управлением хозяйственного использования пойм рек чаще всего понимают существенное ограничение или даже полное запрещение любого вида хозяйственной деятельности, приводящей к усилению рисков наводнений, а также направленных на создание условий для уменьшения максимального стока. Так, на территориях, подверженных периодическим затоплениям, не только ограничивается или полностью запрещается вырубка пойменных лесов и водозащитных лесополос, но и проводится их восстановление. Также должны проводиться агротехнические и лесотехнические мероприятия, направленные на уменьшение поверхностного стока, а также предотвращение и уменьшение эрозии почв.

Менее дорогостоящим, но не менее важным механизмом адаптации к изменению климата является обеспечение наблюдений для своевременного мониторинга и прогнозирования гидрометеорологических параметров в бассейнах рек. Для этого должна быть создана репрезентативная сеть гидрометеорологических постов, позволяющая своевременно получать достоверную информацию о гидрологической ситуации в бассейне.

Согласно рекомендациям Европейской экономической комиссии ООН в отношении трансграничных водотоков, трансграничное сотрудничество в адаптации к изменению климата не только необходимо, но и выгодно всем прибрежным государствам, так как позволяет проводить согласованную адаптивную политику, а также минимизировать негативные экологические и социально-экономические последствия. При планировании адаптационной деятельности в трансграничном контексте страны бассейна стороны должны концентрировать внимание на предотвращении трансграничных последствий; на справедливом и разумном распределении выгод и риска; а также на организации сотрудничества на основе принципов равенства и взаимности.

Бассейновая адаптация к изменению климата призвана решать не все проблемы изменения климата на территории стран, образующих бассейн, а лишь те их них, которые непосредственно связаны с территорией и интересами бассейна как единой системы. При разработке и внедрении бассейновых планов управления необходимо учитывать все типы прогнозируемых рисков, включая климатические, и реализовывать мероприятия по их минимизации.

В рамках разработки стратегических направлений адаптации к изменению климата для бассейна Днестра были определены следующие направления адаптации [6]:

- снижением ущерба от экстремальных паводков;
- снижением ущерба от уменьшения стока;
- снижением ущерба от ухудшения качества воды;
- повышением устойчивости водных и околоводных экосистем, и
- общими мерами адаптации к изменению климата в бассейне.

Все эти стратегические направления включают в себя три группы мер:

- меры по прогнозу и анализу рисков;
- меры по предотвращению и снижению рисков, и
- меры по устранению последствий.

Прогнозирование и анализ рисков предполагает совершенствование существующей системы мониторинга стока и обмена гидрометеорологическими данными в рамках бассейновой ГИС. Сюда же можно отнести картографирование зон затопления, анализ водохозяйственного баланса бассейна Днестра, мониторинг и анализ экосистемных услуг бассейнового уровня.

Основываясь на анализе климатических рисков, необходимо определиться с мероприятиями по их предотвращению и минимизации. Реализация этих мер позволяет комплексно реагировать как на экстремальные паводки и наводнения, так и на гидрологическую засуху. Мероприятия этой группы основаны как на организационно-технических, так и экосистемных решениях. К организационно-техническим мероприятиям можно отнести:

- своевременное обновление и соблюдение правил эксплуатации днестровского каскада водохранилищ;
- поддержание и совершенствование противопаводковых и водопропускных гидротехнических сооружений;
- оптимизация регулирования стока на бассейновом, национальном и местном уровнях;
- совершенствование системы водоподготовки, а также снижения потребления и потерь воды при её транспортировке потребителям;
- эффективное управление сточными водами, включая системы очистки;
- охрана и регулирование использования водосборов и водоохранных зон, и
- реформа сектора водоснабжения и канализации и более эффективная тарифная политика.

Экосистемные мероприятия направлены на охрану и повышение потенциала околоводных экосистем, обеспечивающих адаптацию к климатическим изменениям. Прежде всего, это пойменные леса, водозащитные лесополосы и водно-болотные угодья. В контексте рационального управления водными ресурсами, важнейшими гидрологическими услугами, оказываемыми околоводными экосистемами, являются услуги по смягчению наводнений и аккумулированию стока, очистке воды и пополнению

запасов подземных вод, уменьшению эрозии и удержанию отложений. Леса и водно-болотные угодья играют важную роль в устойчивом функционировании водных экосистем, обеспечивая поддержание водного баланса и смягчение последствий наводнений [7].

Группа экосистемных мер, предлагаемых к реализации в бассейне Днестра, включает в себя [6]:

- регулирование деятельности в пределах пойм и водно-болотных угодий;
- расширение и укрепление сети охраняемых территорий и экологических коридоров;
- борьбу с браконьерством и видами-вселенцами.

Третье направление адаптации к изменению климата в бассейне Днестра интегрирует в себя меры по устранению последствий изменения климата. Понятно, что перечень этих мер не является исчерпывающим, так как прогностика не отражает полный спектр рисков и их последствий. Вместе с тем, меры, относящиеся к этой группе, включают в себя как технические, так и организационные мероприятия, позволяющие обеспечить относительную адаптацию к прогнозируемым климатическим сценариям. Прежде всего, эти меры охватывают ряд институциональных и организационных решений, которые позволят более флексибельно управлять климатическими рисками и последствиями их реализации. Они включают в себя:

- обновление и выполнение планов реагирования на чрезвычайные ситуации;
- своевременное информирование населения и местных властей об опасности наводнений;
- разработку и внедрение системы страхование рисков (в том числе, за счёт государственной поддержкой);

Инженерные мероприятия, относящиеся к этой группе мер, охватывают спектр инфраструктурных решений, обеспечивающих эффективное реагирование как на экстремальные паводки, так и гидрологическую засуху. Они предполагают следующие меры:

- модернизация ирригационных систем;
- диверсификация и модернизация водоснабжения населенных пунктов, включая глубокую реформу сектора водоснабжения и канализации;
- совершенствование систем водоподготовки и распределения воды.

И наконец, экосистемные меры, логически дополняя инженерные мероприятия, обеспечивают сохранение видового разнообразия и повышение экосистемного потенциала за счёт восстановления прибрежных лесов, лугов и водно-болотных угодий, создания искусственных нерестилищ, а также других инфраструктурных решений, способствующих эффективному функционированию природных экосистем в условиях реализации климатических рисков.

## Литература


1. МЭГИК, 2007 г., Изменения климата – 2007: Воздействия изменения климата, адаптация и уязвимость.
2. Интегрированное управление водными ресурсами. TAC Background Papers № 4. Глобальное водное партнёрство, Стокгольм, Швеция, 2000. – 71 с.
3. Договор между Кабинетом Министров Украины и Правительством Республики Молдова о сотрудничестве в области охраны и устойчивого развития бассейна реки Днестр. https://dniester-commission.com/sovmestnoe-upravlenie/dnestrovskaya-komissiya/
4. Мельничук О., Гудумак Ю. Жёсткие и мягкие стратегии адаптации рек Молдовы к наводнениям в условиях ожидаемого изменения климата // Трансграничное сотрудничество в адаптации бассейна Днестра к изменению климата / Сб. науч. ст. Кишинёв: Eco-TIRAS, 2011. С. 82-98.
5. Мельничук О.Н., Казак В.Я. (2003) Обоснование системы мониторинга для изучения водных ресурсов малых рек Молдовы. Analele ştiinţifice ale Universitaţii Cuza Vodă, 2003, 8(1). С. 26-33.
6. Стратегические направления адаптации к изменению климата в бассейне Днестра. ENVSEC, UNECE, OSCE. 2015. – 70 с.
7. Связанные с водой экосистемы: характеристики, функции и необходимость комплексного подхода к охране и восстановлению экосистем. Материалы семинара «Роль экосистем как поставщиков воды». Женева, 13-14 декабря 2004 года. – 22 с.

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕСТАВРАЦИЯ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ В ЗАПОВЕДНИКЕ «ЯГОРЛЫК»

***[1,2]Т.Д. Изверская, [2]В.С. Гендов***
*[1]Научный заповедник "Ягорлык"*
*с. Гоян, Дубоссарский р-н, MD-4823*
*Тел. (+373) 0215 27439; электронная почта: t_izverskaya@mail.ru*
*[2]Национальный ботанический сад (Институт) им. Ал. Чуботару,*
*ул. Пэдурий, 18, 2002, Кишинев, Республика Молдова*
*Тел. (+373) 022 550443; электронная почта: v_ghendov@mail.ru*

## Введение

Одним из наиболее результативных способов сохранения биологического разнообразия является его охрана, а при необходимости восстановление, в том числе методом экологической реставрации, на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), где под государственной охраной находятся характерные для данной территории и ландшафтов виды растений и животных и образуемые ими сообщества. Расположенные в густонаселенных регионах ООПТ, такие как заповедник «Ягорлык», расположенный в Левобережном Приднестровье, испытавший сильное антропогенное воздействие в историческом прошлом, несмотря на охранный режим, ощущают его и в настоящее время. Заповедник крайне сложно изолировать от негативного вмешательства человека, в связи с этим территория нуждается в эффективном управлении.

Эффективность принимаемых управленческих мер основывается на реализации «Плана управления и реконструкции». Он был разработан и частично выполнен в рамках проекта «Устойчивое управление природным заповедником «Ягорлык» учеными, объединенными Международной экологической ассоциацией хранителей реки "Eco-TIRAS". Проект был реализован при поддержке Европейского Союза и Программы развития ООН в Молдове в рамках программы «Поддержка мер по укреплению доверия» в период 2010-2011 годов [5].

Одним из приоритетных направлений работы заповедника «Ягорлык» является разработка регионально адаптированных схем экологической реставрации всей территории заповедника, предупреждающих нежелательное направление резерватных сукцессий для сохранения и восстановления редких и исчезающих видов растений и животных [5]. В связи с этим при реализации проекта были начаты работы по экологической реставрации, в том числе и по восстановлению степной растительности, занимающей вместе с петрофитной растительностью на открытых известняковых склонах всего 9,5% территории заповедника.

Восстановление фрагментов степей путем подсева семян эдификторов степных сообществ луговых степей и степного разнотравья – метод, системно решающий многие экологические и природоохранные проблемы, а также хозяйственные задачи [3, 4]. Для охраняемых территорий весьма важным являются охрана и активное воспроизводство популяций редких и исчезающих видов растений в экологически комфортной, адаптированной среде, максимально приближенной к естественным параметрам сохраняемой флоры [2].

В настоящей статье приведены результаты работ по восстановлению деградированных травянистых сообществ с пастбищным травостоем в урочище «Балта» заповедника «Ягорлык», спустя 10 лет после проведения его реставрации, и показаны впервые проводимые в заповеднике мероприятия по реконструкции локальных популяций некоторых редких в регионе видов сосудистых растений.

Обследования флоры и растительности, проводимые в рамках выполнения научной тематики заповедника, приводят к тому, что сведения о флористическом составе постоянно пополняются данными о динамике растительного покрова некоторых участков и новыми флористическими находками.

## Материалы и методы

В 2022 году проведено детальное обследование травянистой растительности урочища «Балта», произрастающей на левом пологом берегу Ягорлыкской заводи. Геоботанические описания растительных сообществ выполнено по общепринятой методике [6, 9].

Собраны гербарные образцы трудно тестируемых в полевых условиях видов, которые в камеральных условиях были определены с использованием региональных «Флор» и «Определителей» [1, 8, 12, 13, 20, 21, 22]. Правильность определений проверена по образцам Гербария Ботанического сада (Института) им. Ал. Чуботару (г. Кишинев, Республика Молдова).

Номенклатура видов приведена в соответствии с последними номенклатурными сводками [15, 23]

Для получения посадочного материала редких в регионе *Crambe tataria* Sebeok (Brassicaceae) и *Echium russicum* J.F. Gmel. (Boraginaceae), используемого для реставрации их локальных популяций в заповеднике, использованы современные методики [2, 10, 24].

## Полученные результаты

Согласно «Плана управления и реконструкции», разработанного и частично выполненного в рамках проекта «Устойчивое управление природным заповедником «Ягорлык» (2010-2011 гг.) на месте сильно выпасаемых земель площадью 4 га (Рис. 1) в урочище «Балта» было намечено проведение мероприятий по реставрации бывших пастбищных угодий. Участок был отведен под создание искусственных, аналогичных по составу и структуре естественным ценозам, фрагментов лесо-полянного комплекса «гырнецов» – куртин из дуба пушистого (*Quercus pubescens* Willd.) и степных полян.

**Рис. 1.** Участок для реконструкции в урочище «Балта»

Запланированные мероприятия по реконструкции основывались на мнении ученых, что даже наиболее тяжелый перевыпас приводит лишь к угнетению экосистемы, но не к ее уничтожению. Пастбищная дигрессия в степи, как правило, не сопровождается потерей видов из сообщества, хотя они не проявляются в надземном ярусе. Даже десятилетия существования в состоянии, угнетенном перевыпасом, не лишают сообщество потенциала восстановления. Также не приводит к необратимым последствиям сенокос. В то же время, хорошо известно, что степной травостой не может нормально развиваться без воздействия на него травоядных копытных животных [11], при отсутствии умеренного выпаса происходит накопление степного «войлока» и олуговение степного травостоя.

**Рис. 2.** Фрагмент сильно сбитой растительности в урочище «Балта». Фото 2010 г.

В 2010 году на участке была зафиксирована сильно сбитая неумеренным выпасом домашних животных из прилегающих населенных пунктов травянистая растительность (Рис. 2). Травяной покров на ней был вторичного состава, довольно однообразный, неравномерный, сильно разреженный, с преобладанием *Poa agustifolia, Elytrigia repens, Lolium perenne*. Растительные фитоценозы с преобладанием этих видов представляют собой более низкую ступень деградации первичных степных сообществ формации *Festuceta*. Местами сохранились пятна *Festuca valesiaca, Stipa capillata, Bothriochloa ischaemum* и немногочисленных видов разнотравья. Флористический состав был крайне обеднен. Разнотравье было представлено обычными эвритопными видами, встречающиеся с низкими оценками обилия (1-2) – *Achillea setacea, Plantago lanceolata*, *Galium humifusum, Potentilla impolita*, *Lotus corniculatus*, *Bromus japonicus*, *Anisantha tectorum*, *Poa anua* и др. Проективное покрытие варьировало от 55 до 75%. Всего в составе участка было зарегистрировано 78 видов. Для площади в 100 м² отмечено в среднем 31 вид (от 9 до 52). Травостой фитоценозов насыщен сорными видами [5].

Участок зарастал кустарниками, общая площадь которых была невелика (до 15%) и самосевом агрессивного интродуцента (*Elaeagnus angustifolia*).

Для создания «гырнецов» на участке путем ручной посадки в лунки по 3-5 штук высажены желуди дуба пушистого. Были созданы 7 куртин из дуба (5 куртин площадью 10×20 м² и 2 куртины

площадью 20×30 м$^2$) с полянами между ними (Рис. 3). Предполагаемые поляны нуждались в подсеве/подсадке степных растений, в том числе и основных видов степей – ковылей. Были высеяны семена типично степных растений (28 видов), в том числе 4 вида эдификаторов природных степей (*Stipa pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsa*, *Festuca valesiaca*), а также корневища и дерновины 9 степных злаков (*Stipa pennata*, *S. pulcherrima*, *S. tirsa*, *S. lessingiana, Festuca valesiaca, Agropyron pectinatum, Koeleria cristata, Elytrigia intermedia, Phleum phleoides)* и 20 видов разнотравья *(Astragalus austriacus*, *A. dasyanthus, A. pubiflorus, A. onobrychis, Coronilla varia, Asparagus officinalis*, *Betonica officinalis*, *Filipendula vulgaris, Fragaria viridis* и др.). Для посадки использован «степной дерн» из степной растительности буферной зоны заповедника, примыкающей к урочищу «Сухой Ягорлык» (Рис. 4). Семена степных растений, преимущественно эдификаторов степей – ковылей, были собраны в 2010 г. на территории Рамсарского сайта №1316 «Нижний Днестр» в природном комплексе «Попяска» (Рис. 5). Высеивались свежесобранные семена, чтобы обеспечить максимальную всхожесть, не допуская их переход в стадию твердосемянности, препятствующую прорастанию в течении нескольких лет.

**Рис. 3.** Схема посадок куртин из дуба пушистого в урочище «Балта»

**Рис. 4.** Степной дерн для реконструкции травостоя в урочище «Балта»

**Рис. 5.** Семенной материал видов рода ковыль

Работы по реконструкции (Рис. 6) были проведены в соответствии с Планом по реконструкции заповедника «Ягорлык».

В первые годы отслеживалось, в первую очередь, прорастание и развитие сеянцев из желудей дуба пушистого. Всходов было мало, всего около 20 экземпляров (Рис. 7), которые в течении первых 2-х лет погибли. Низкая всхожесть желудей была объяснена тем, что они были погрызены полевыми мышами. В последующие годы подсадка желудей проводилась, однако сеянцы не обнаружены.

Спустя более 10 лет, в 2021-2022 годах, проведено исследование состояния реконструируемой травянистой растительности. На протяжении прошедшего времени на участке практически полностью прекратился выпас. Его отсутствие или выпас с минимальными нагрузками, положительно влияющий на воссоздание травостоя, можно объяснить, как условиями заповедного режима, предпола-

**Рис. 6.** Посадка степного дерна в урочище «Балта»

**Рис. 7.** Всходы дуба пушистого в 2011 г.

гающего отсутствие влияния антропогенного фактора, так и низким уровням жизни населения, которое почти полностью сократило поголовье крупного рогатого скота и его выпас в заповеднике.

**Рис. 8.** Фрагмент типчаково-разнотравного (Festucetum herbosum) сообщества в урочище «Балта»

В настоящее время на реконструируемом участке отмечено довольно успешное восстановление степной растительности, несмотря на последние крайне засушливые годы. Здесь сформировалась типчаково-разнотравная (*Festucetum herbosum*) стадия демутации (Рис. 8) с довольно разнообразным степным разнотравьем и с разросшимися пятнами первичных ковылей (*Stipa pulcherrima* и *S. lessingiana*), куртины которых активно увеличиваются в размерах. В состав травостоя мозаичными включениями встречаются мелкие пятна вторичных бородачевников (*Bothriochloetum, Bothriochloetum herbosum*), площадью по 1-3 м$^2$.

Травостой неравномерный. Проективное покрытие травами варьирует от 70 до 100%, несмотря на крайне засушливые условия 2022 года. Для площади в 100 м$^2$ отмечено в среднем 44 вида (от 12 до 60). В настоящее время в составе травостоя участка зафиксировано около 200 видов, в том числе редкие: *Adonis vernalis* L. – в Республике Молдова охраняемый законом (категория III) [16], включен в Красную книгу ПМР как уязвимый вид (VU) [7] и Красную книгу Украины как неоцененный вид (Неоцінений) [14]; *Asparagus officinalis* L. – в Республике Молдова охраняемый законом (категория II) [16]; *Asparagus verticillatus* L. – в Республике Молдова охраняемый законом (категория VIII) [16]; *Astragalus dasyanthus* Pall. (Рис. 9) – в Республике Молдова охраняемый законом (категория IV) [16], как уязвимый вид включен в Красные книги Приднестровья (VU) [7] и Украины (Вразливий) [14]; *Crambe tataria* Sebeok (Рис. 10) – в Республике Молдова охраняемый законом (категория II) [16], как угрожаемый вид включен в Красные книги Республики Молдова (EN) [17] и Украины (Вразливий) [14], Списки Бернской Конвенции [18] и в Приложения II и IV Директивы по местообитаниям [19]; *Iris halophila* Pall. (Рис. 11) – включен в Красную книгу Приднестровья [7] как уязвимый вид (VU); *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. – в Республике Молдова охраняемый законом (категория III) [16] и включен в Красную книгу Украины как неоцененный вид (Неоцінений) [14]; *Stipa pulcherrima* K.Koch (в Республике Молдова охраняемый законом (категория VIII) [16], как уязвимый вид включен в Красные книги Приднестровья (VU) [7] и Украины (Вразливий) [14].

**Рис. 9.** Astragalus dasyanthus Pall

**Рис. 10.** *Crambe tataria* Sebeok

**Рис. 11.** *Iris halophila* Pall

Отмечено значительное разрастание и расселение боярышника (*Crataegus monogyna*) и видами рода роза *(Rosa andegavensis*, *R. corymbifera*, *R. rubiginosa*, *R. balsamica*, *R. turcica; R. balsamica Bess.* и *R. turcica* Rouy *являются редкими*).

На данный степной участок 15 июня 2022 года в рамках проекта «Изучение и сохранение флоры сосудистых растений и макромикобиоты Республики Молдова», выполняемого сотрудниками лаборатории Природной флоры и Гербарий Национального Ботанического сада им. Ал. Чуботару, для реставрации и увеличения гетерогенности локальных популяций высажены сеянцы редких видов *Crambe tataria* Sebeók и *Echium russicum* J.F. Gmel. (включен в Приложения II и IV Директивы по местообитаниям).

## Выводы

Исследования реставрируемой степной растительности в урочище «Балта», начатый в 2010 г., путем подсадки «степного дерна» и высева семян эдификаторов и главных видов степных сообществ, характерных для луговых степей региона, показали хорошие темпы ее восстановления. Качественно изменились как травяной покров до стадии *Festucetum herbosum*, в котором значительно усилилась роль степных видов, характерных для первичных степей, так и увеличилось общее число видов степного разнотравья.

Мониторинг за состоянием сеянцев редких в регионе видов *Crambe tataria* Sebeók и *Echium russicum* J.F. Gmel. будет проводиться совместно с мониторингом дальнейшего восстановления степной растительности. Планируется разработать список редких видов растений степных местообитаний, характерных для луговых степей региона, с последующим обсуждением списка с администрацией заповедника и посадкой растений на данный участок.

## Литература


1. Гейдеман Т. С. Определитель высших растений Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца. Изд. 3. 1986. 687 с.
2. Горбунов Ю.Н., Дзыбов Д.С., Кузьмин З.Е., Смирнов И.А. Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений (для ботанических садов). Тула: Гриф и К, 2008. 56 с., ил.
3. Дзыбов Д.С. Охрана редких и ценных видов флоры и фауны на основе воспроизводства их ресурсов // Редкие и исчезающие виды растений и животных, флористические и фаунистические комплексы Северного Кавказа, нуждающиеся в охране. Ставрополь, 1986. С. 34-36.
4. Дзыбов Д.С. Стратегия активного воспроизводства ресурсов флоры и растительности – надежное средство охраны их генофонда // Охрана генофонда травяных биоценозов. Свердловск, 1988. С. 26-27.
5. Заповедник «Ягорлык». План реконструкции и управления как путь сохранения биологического разнообразия / Шабанова Г.А., Изверская, Т.Д., Гендов В.С., Сыродоев Г.Н. [и др.]; под науч. ред. Г.А. Шабановой. Дубоссары: Eco-TIRAS. 2011. 128 с.
6. Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения /Полевая геоботаника. Т. III. Л.: Наука, 1964. С. 39-202.
7. Красная книга Приднестровья /М-во природных ресурсов и экол. контроля Приднестр. Молд. Респ. Тирасполь: Б. и., 2009. 376 с.
8. Определитель высших растений Украины. Киев, 1999. 467 с.
9. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах /Полевая геоботаника. Т. III. Л.: Наука, 1964. С. 209-432.
10. Руководство по реинтродукции и другим природоохранным перемещениям = Guidelines for Reintroductions and Other Conservation Translocations. Version 1.0. Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission. 2013. 57 с.
11. Семенова-Тян-Шанская А. М. Режимы охраны травяных сообществ и отдельных видов растений //Ж. общей биол., 1978. Т. 39, № 1. С. 5-14.
12. Флора Восточной Европы /Отв. ред. Н.Н.Цвелев. СПб.: Мир и семья-95, 1996. Т. 9. 456 с.; СПб.: Мир и семья; изд-во СПХФА, 2001. Т. 10. 670 с.; СПб.: Тов. научн. изданий КМК, 2004. Т. 11. 536 с.
13. Флора европейской части СССР /Отв. ред. Ан.А. Федоров. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1974. Т. 1. 404 с.; 1976. Т. 2. 236 с.; 1978. Т. 3. 259 с.; 1979. Т. 4. 355 с.; 1981. Т. 5. 380 с.; 1987. Т. 6. 254 с.; /Отв. ред. Н.Н. Цвелев. 1994. Т. 7. 317 с.; 1989. Т. 8. 412 с.
14. Червона Книга України. Рослинний свит /Под ред. Я.П.Дідуха. Киев: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
15. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург, 1995. 990 с.
16. Экологическое законодательство Республики Молдовы (1996-1998). Кишинев, 1999. 259 с.
17. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Ed. 3. Chişinău: Ştiinţa, 2015. 492 p.
18. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Bern, Switzerland. 1979. http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Treaties/Html/104.htm
19. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora, O.J. L206, 22.07.92.1992. P. 0007-0050.
20. Flora Basarabiei: (plantele superioare spontane): [în 6 vol.]. Vol. II. *Magnoliophita* /A. Negru, Valentina Cantemir, I. Comanici [et al.]; sub red.: Andrei Negru; Acad. de Ştiinţe a Moldovei, Grădina Botanică (Inst.), Min. Mediului [et al.]. Chişinău: Universul, 2016. ISBN 978-9975-47-137-4. 608 p.
21. Flora Basarabiei: (plantele superioare spontane): [în 6 vol.]. Vol. III. *Magnoliophita* /A. Negru, Valentina Cantemir, V. Chirtoacă [et al.]; sub red.: Andrei Negru; Ministerul Educației, Culturii și Cercetări al republicii Moldova, Grădina Botanică Națională (Inst.) „Alexandru Ciubotaru”. Chişinău: Universul, 2020. ISBN 978-9975-47-192-3. 624p.
22. Flora Basarabiei: (plantele superioare spontane): [în 6 vol.]. Vol. IV. *Magnoliophita* /A. Negru, Valentina Cantemir, V. Chirtoacă [et al.]; sub red.: Andrei Negru; Ministerul Educației, Culturii și Cercetări al republicii Moldova, Grădina Botanică Națională (Inst.) „Alexandru Ciubotaru”. Chişinău: Universul, 2021. ISBN 978-9975-47-199-2. 624 p.

23. Plants of the World online. http://www.plantsoftheworldonline.org
24. Population Creation as a Recovery Tool for the Federal Candidate Artemisia campestris var. wormskioldii Phase Two: Large Scale Outplanting Years 1 and 2 Addendum. Prepared by Alexis Brickner for U.S. Fish and Wildlife Service (Grant No. OR-EP-2, Seg. 22 and 23) December 31, 2012. 110 p.

# ФЛОРА ПУГАЧЕНСКОГО СКЛОНА

***Л.Г. Ионова, Г.В. Золотарева***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25 Октября, 128, Тирасполь 3300, Приднестровье, Молдова;*
*e-mail: ludochkaionova@yandex.ru; zolotariova_g_v@mail.ru*

## Введение

Международная конвенция о биологическом разнообразии (Рио-де-Жанейро, 1992) уведомляет, что основным условием сохранения биоразнообразия является сохранение in-situ экосистем и естественных мест обитания, в свою очередь сохранение in-situ подразумевает создание системы особо охраняемых природных территорий (ООПТ) [1].

В 2020 году был принят долгосрочный план по защите природы и предотвращению деградации экосистем в Европе [2]. Евросоюз намеревается к 2030 году остановить обеднение флоры и фауны и восстановить природные системы настолько, что многообразие видов начнет восстанавливаться естественным образом. В первую очередь, планируется организовать больше охраняемых природных территорий. Так, предполагается, что минимум 30% суши и акватории Евросоюза к 2030 году получат статус заповедников, национальных парков или заказников. В этом контексте, Приднестровье не должно оставаться в стороне от Панъевропейских экологических инициатив, поддержка которых может быть выражена, в первую очередь, реализацией проектов по созданию новых ООПТ на своей территории.

В аспекте задач по изучению и сохранению автохтонной природы Приднестровья, большой интерес представляют реликтовые участки берегов Днестра – рефугиумы редких видов растений (рис. 1). Одним из таких участков является «Пугаченский склон» – коренной левый берег Днестра между городом Григориополем и селом Ташлык, напротив правобережного села Пугачены. Площадь участка, предлагаемого к включению в ПЗФ – 25 га (47°06’56»N 29°19’57»E → 47°05’36»N 29°21’42»E). Помимо высокого природоохранного и научного значения [3, 4], сектор представляет также большой туристический интерес [5]. Предполагается, что Пугаченский склон станет одним из 5 секторов проектируемого Национального парка «Скифский рубеж» (рабочее название).

**Рис**. 1. Характерный участок растительности Пугаченского склона (16.05.2021 г.)

## Материалы и методы

Изучение флоры Пугаченского склона проводилось в 2019-2021 гг., по общепринятой методике с использованием ряда справочников и определителей [6-10 и др.]. Система растений приводится по С.К. Черепанову [11]. В скобках указывается относительное обилие видов на участке. Оценка относительного обилия дана по 5-ти бальной шкале: 1 – единично, 2 – мало, 3 – значительно, 4 – много, 5 – очень много [8].

## Результаты и обсуждение

В период исследований, на территории Пугаченского склона было выявлено произрастание 248 видов сосудистых растений. К условной группе редких растений можно отнести 32 вида, которые включены в различные международные и национальные охранные списки (табл. 1), в тексте они подчеркнуты. Звездочкой* – помечены виды, произрастающие, в основном, внизу склона у Днестра.

## Список флоры участка

**Aceraceae**: *Acer negundo* L. (1); **Alliaceae:** *Allium paczoskianum* Tuzs. (3), *Allium rotundum* L. (3), *Allium sphaerocephalon* L. (2), **Apiaceae**: *Bupleurum rotundifolium* L. (1), *Conium maculatum* L. (2), *Daucus carota* L. (2), *Eryngium campestre* L. (3), *Falcaria vulgaris* Bernh. (2), *Peucedanum ruthenicum* M. Bieb. (1), *Pimpinella tragium* Vill. (1), *Seseli campestre* Bess. (2), *Torilis arvensis* (Huds.) Link. (2), *Torilis japonica* (Houtt.) DC. (2-3); **Apocinaceae**: *Vinca herbacea* Waldst. et Kit. (1); **Aristolochiaceae**: *Aristolochia clematitis* L. (2); **Asclepiadaceae**: *Cynanchum acutum* L. (2-3); **Asparagaceae**: *Asparagus officinalis* L. (1), *Asparagus verticillatus* L. (2); **Asteraceae**: *Achillea distans* Waldst. et Kit. ex Willd. (1), *Achillea nobilis* L. (1), *Achillea pannonica* Scheele (1-2), *Achillea collina* J.Beck. ex Reichenb. (2-3), *Ambrosia artemisiifolia* L. (2), *Arctium lappa* L. (2*), *Artemisia absinthium* L. (1), *Artemisia annua* L. (2), *Artemisia austriaca* Jacq. (2-3), *Artemisia santonica* L. (3-4), *Artemisia vulgaris* L. (1-2), *Aster bessarabicus* Bernh. ex Reichenb. (2), *Bidens tripartita* L. (1*), *Carduus acanthoides* L. (1), *Carduus hamulosus* Ehrh. (2-3*), *Carduus thoermeri* Weinm. (3), *Carlina biebersteinii* Bernh. ex Hornem. (2), *Centaurea biebersteinii* DC. (1-2), *Centaurea diffusa* Lam. (2), *Centaurea solstitialis* L. (2), *Centaurea stereophylla* Bess. (2), *Chondrilla juncea* L. (2), *Cichorium intybus* L. (2-3), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (2), *Cirsium vulgare* (Savi) Ten. (2), *Conysa canadensis* (L.) Cronq. (2-3), *Crepis rhoeadifolia* M. Bieb. (2), *Crupina vulgaris* Cass. (1), *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. (2), *Echinops ruthenicum* M. Bieb. (1-2), *Echinops sphaerocephalus* L. (2), *Eupatorium cannabinum* L. (1-2*), *Galatella vilossa* (L.) Rechb. f. (2-3), *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun. (2), *Helichrysum arenarium* (L.) Moench (2), *Inula salicina* L. (2-3*), *Jurinea stoechadifolia* (Bieb.) DC. (1), *Lactuca serriola* L. (2), *Lactuca tatarica* (L.) C.A. Mey. (1), *Matricaria recutita* L. (2*), *Onopordum acanthium* L. (2), *Phalacroloma annuum* (L.) Dumort. (3), *Scorzonera molis* Bieb. (2), *Senecio erucifolius* L. (2), *Senecio vernalis* Waldst. et Kit. (2), *Sonchus arvensis* L. (2), *Tanacetum millefolium* (L.) Tzvelev (3), *Taraxacum officinale* Wigg. (2-3), *Taraxacum serotinum* (Waldst. et Kit.) Poir. (3), *Tragopogon major* Jacq. (2-3), *Xanthium strumarium* L. (2*), *Xeranthemum annuum* L. (3); **Berberidaceae**: *Berberis vulgaris* L. (2); **Boraginaceae**: *Anchusa pseudoochroleuca* Shost. (1), *Buglossoides arvensis* (L.) Johnst. (2), *Echium vulgare* L. (1-2), *Lappula squarrosa* (Retz.) Dumort. (2-3), *Lycopsis arvensis* L. (1-2), *Myosotis caespitosa* K. F. Schultz (1); **Brassicaceae**: *Alyssum minutum* Schlecht. ex DC (3), *Alyssum murale* Waldst. et Kit. (2), *Alyssum rostratum* Steven. (3), *Barbarea vulgaris* R. Br. (4), *Berteroa incana* (L.) DC. (4), *Camelina microcarpa* Andrz. ex DC. (2-3), *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik. (4), *Cardaria draba* (L.) Desv. (2), *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl (2), *Isatis campestris* Stev. ex DC. (1), *Rapistrum perenne* (L.) All. (1), *Rorippa palustris* (L.) Besser (2*), *Sisymbrium loeselii* L. (1-2), *Sisymbrium orientale* L. (1), *Thlaspi arvense* L. (3); **Butomaceae**: *Butomus umbellatus* L. (1*); **Campanulaceae**: *Campanula bononiensis* L. (1), *Campanula sibirica* L. (2-3); **Cannabaceae**: *Cannabis ruderalis* Janisch. (2), *Humulus lupulus* L. (1); **Caryophyllaceae**: *Arenaria serpyllifolia* L. (2-3), *Dianthus carbonatus* Klok. (2), *Gypsophila collina* Stev. ex Ser. (3-4), *Melandrium album* (Mill.) Garcke (1-2), *Saponaria officinalis* L. (1), *Silene longiflora* Ehrh. (1), *Silene supina* Bieb. (2-3), *Stellaria media* (L.) Vill. (2); **Chenopodiaceae**: *Chenopodium album* L. (2), *Chenopodium urbicum* L. (2), *Salsola tragus* L. (1*); **Convolvulaceae**: *Calystegia sepium* (L.) R. Br. (2-3*), *Convolvulus arvensis* L. (2); **Cornaceae**: *Swida sanguinea* (L.) Opiz (2); **Cuscutaceae**: *Cuscuta* sp. (2); **Cyperaceae**: *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla (2*), *Carex otrubae* Podp. (2*), *Cyperus fuscus* L. (1-2*); **Dipsacaceae**: *Cephalaria uralensis* (Murr.) Schrad. ex Roem. et Schult. (3-4); **Elaeagnaceae**: *Elaeagnus angustifolia* L. (2); **Ephedraceae**: *Ephedra distachya* L. (2-3); **Equisetaceae**: *Equisetum arvense* L. (1-2*); **Euphorbiaceae**: *Euphorbia agraria* Bieb. (2), *Euphorbia glareosa* Pall. ex Bieb. (1), *Euphorbia seguieriana* Neck. (2-3), *Euphorbia stepposa* Zoz (1-2); **Fabaceae**: *Amorpha fruticosa* L. (1*), *Astragalus albidus* Waldst. et Kit. (1), *Astragalus austriacus* Jacq. (2), *Astragalus glaucus* M. Bieb. (3), *Astragalus onobrychis* L. (2), *Astragalus ponticus* Pall. (2), *Caragana frutex* (L.) C. Koch (3), *Coronilla varia* L. (2-3), *Lathyrus tuberosus* L. (1-2), *Medicago falcata* L. (2), *Medicago lupulina* L. (2), *Melilotus albus* Medik. (1), *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (2), *Robinia pseudoacacia* L. (3), *Trifolium pratense* L. (2*), *Vicia cracca* L. (2-3); **Fumariaceae**: *Fumaria schleicheri* Soy.-Willem. (2); **Geraniaceae**: *Erodium cicutarium (*L.) L Her. (2-3), *Geranium pusil-*

*lum* L. (2); **Hyacinthaceae**: *Muscari neglectum* Guss. (3), *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur (3), *Ornithogalum oreoides* Zahar. (2-3); **Hypericaceae**: *Hypericum elegans* Steph. (2), *Hypericum perforatum* L. (2-3); **Iridaceae**: *Crocus reticulatus* Stev. ex Adams (4), *Iris pumila* L. (3); **Juncaceae**: *Juncus compressus* Jacq. (2*); **Lamiaceae**: *Ajuga chia* Schreb. (2-3), *Ballota nigra* L. (2), *Marrubium peregrinum* L. (1), *Marrubium praecox* Janka (2-3), *Mentha pulegium* L. (2*), *Glechoma hederacea* L. (2*), *Lamium amplexicaule* L. (3-4), *Lamium purpureum* L. (2), *Leonurus quinquelobatus* Gilib. (2), *Nepeta cataria* L. (1), *Origanum vulgare* L. (1-2), *Phlomis pungens* Willd. (2-3), *Phlomoides tuberosa* (L.) Moench (2), *Salvia aethiopis* L. (1), *Salvia nemorosa* L. (2-3), *Salvia nutans* L. (3), *Sideritis comosa* (Rochel ex Beuth.) Stank. (2-3), *Stachys recta* L. (3), *Teucrium chamaedrys* L. (4), *Teucrium polium* L. (3), *Thymus marschallianus* Willd. (3), *Thymus moldavicus* Klok. et Schost. (3-4); **Liliaceae**: *Gagea lutea* (L.) Ker-Gawl. (3), *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil. (= *T. hypanica* Klok. & Zoz) (2-3); **Linaceae**: *Linum austriacum* L. (3), *Linum flavum* L. (2-3), *Linum linearifolium* (Lindem.) Jav. (1), *Linum tenuifolium* L. (1); ***Lythraceae***: *Lythrum salicaria* L. (1*); **Malvaceae**: *Althaea officinalis* L. (1*), *Lavatera thuringiaca* L. (1); **Melanthiaceae**: *Bulbocodium versicolor* (Ker-Gawl.) Spreng. (2-3); **Moraceae**: *Morus alba* L. (2); **Oleaceae**: *Ligustrum vulgare* L. (1); **Papaveraceae**: *Chelidonium majus* L. (1), *Glaucium corniculatum* (L.) J. Rudolph. (3), *Papaver dubium* L. (3); **Plantaginaceae**: *Plantago lanceolata* L. (3), *Plantago major* L. (3*); **Poaceae**: *Aegilops cylindrica* Host (4), *Agropyron pectinatum* (Bieb.) Beauv. (5), *Anisantha sterilis* (L.) Nevski (5), *Botriochloa ischaemum* (L.) Keng (5), *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub (2), *Bromus arvensis* L. (2), *Cleistogenes bulgarica* (Bornm.) Keng (2-3), *Dactylis glomerata* L. (2), *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. (2*), *Elytrigia intermedia* (Host) Nevski (2), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (4), *Festuca valesiaca* Gaudin (3-4), *Hierochloe repens* (Host) Beauv. (2), *Hordeum leporinum* Link (3), *Koeleria moldavica* M. Alexeenko (2), *Lolium perenne* L. (2-3), *Melica transsilvanica* Schur (2), *Poa annua* L. (3), *Poa bulbosa* L. (3), *Poa pratensis* L. (2), *Sclerochloa dura* (L.) Beauv. (1), *Stipa capillata* L. (4), *Stipa pulcherrima* C. Koch (4); **Polygonaceae**: *Fallopia dumetorum* (L.) Holub (2), *Persicaria hidropiper* (L.) Spach. (1-2*), *Polygonum aviculare* L. (2), *Rumex confertus* Willd. (1), *Rumex crispus* L. (1*); **Primulaceae**: *Androsace elongata* L. (3-4), *Androsace maxima* L. (2-3); **Ranunculaceae**: *Consolida paniculata* (Host) Schur (2), *Nigella arvensis* L. (2-3), *Ranunculus repens* L. (1*); **Resedaceae**: *Reseda inodora* Reichenb. (2), *Reseda lutea* L. (2-3); **Rosaceae**: *Agrimonia eupatoria* L. (2), *Armeniaca vulgaris* Lam. (1), *Crataegus monogyna* Jacq. (2), *Padellus mahaleb* (L.) Vass. (1), *Potentilla arenaria* Borkh. (3), *Potentilla argentea* L. (2), *Potentilla astracanica* Jacq. (2-3), *Potentilla recta* L. (2), *Potentilla reptans* L. (2-3*), *Poterium sanguisorba* L. (2), *Prunus spinosa* L. (2), *Pyrus pyraster* Burgsd. (1), *Rosa canina* L. (2), *Rubus caesius* L. (2*); **Rubiaceae**: *Galium aparine* L. (2), *Galium campanulatum* Vill. (2), *Galium humifusum* Bieb. (2), *Galium tyraicum* Klok. (2), *Galium verum* L. (1); **Rutaceae**: *Haplophyllum suaveolens* (DC.) G. Don fil. (3-4); **Salicaceae**: *Populus alba* L. (1*), *Salix alba* L. (2*); **Scrophulariaceae**: *Linaria genistifolia* (L.) Mill. (2), *Linaria vulgaris* Mill. (1-2), *Verbascum densiflorum* Bertol. (1*), *Verbascum lychnitis* L. (1), *Verbascum marschallianum* Ivanina et Tzvel. (2-3), *Verbascum phlomoides* L. (3), *Verbascum phoeniceum* L. (3-4), *Veronica hederifolia* L. (2-3), *Veronica prostrata* L. (1), *Veronica spicata* L. (1); **Simaroubaceae**: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle (2); **Solanaceae**: *Hyoscyamus niger* L. (1), *Solanum dulcamara* L. (1*), *Solanum schultesii* Opiz (1-2); **Thymelaeaceae**: *Thymelaea passerina* (L.) Coss. & Germ. (2-3); **Ulmaceae**: *Ulmus carpinifolia* Rupp. ex Suckow (2), *Ulmus laevis* Pall. (1); **Verbenaceae**: *Verbena officinalis* L. (2*); **Violaceae**: *Viola ambigua* Waldst. et Kit. (2), *Viola arvensis* Murr. (3), *Viola hirta* L. (2).

**Таблица 1. Природоохранная характеристика флоры**

| Охранный статус | Число видов |
|---|---|
| IUCN (version 2021.3)* | 1 |
| Bern Convention (Convention on the conservation of European Wildlife and Natural Habitats) | - |
| Council Directive 92/43/EEC (Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora) | - |
| Красная книга ПМР (2020 [12]) | 18 |
| Cartea Roşia a Republicii Moldova (2015 [13]) | 10 |
| Червона книга України (2021 [14]) | 9 |
| Операционный список Экологической сети Молдовы (2017 [15]) | 27 |

Примечание: * не учитывалась категория LC.

Считаем необходимым упомянуть о единственном известном в регионе месте произрастания многочисленной популяции ксерофильной морфы тюльпана Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil. (= *T. hypanica* Klok. & Zoz), рис. 2, 3).

На Пугаченском склоне зарегистрирован вид, ранее не указанный для ПМР [16, 17] – крупина обыкновенная (*Crupina vulgaris*, рис. 4), единичные экземпляры которой обнаружены в верхней части склона.

**Рис. 2.** Тюльпан Биберштейна (подвид *T. hypanica*) на Пугаченском склоне (13.04.2021 г.)

**Рис. 3.** Коробочка тюльпана Биберштейна (подвид *T. hypanica*) (16.05.2021 г.)

**Рис. 4.** Соцветия и семянки крупины обыкновенной (09.07.2021 г.)

Индекс концентрации видового богатства $I_{cr}$ сосудистых растений (по: А.В. Андрееву [18]) Пугаченского склона высокий и составляет 177. Отдельно рассчитанный $I_{cr}$ для растений, включенных в Красную книгу ПМР [12] равен 13. Учитывая малую площадь сектора, здесь зарегистрирована очень высокая концентрация растений, включенных в Красную книгу, плотность которых представлена 72 видами на 1 км$^2$.

Обследованная местность соответствует статусу узловой территории экологической сети. Согласно критериям (пункты N-7, L-9 [19]) к такому типу территорий относятся участки: служащие местом произрастания более 9% видов растений, включенных в Красную книгу (в секторе произрастает 14% видов растений КК ПМР); места концентрации видов растений, при значении показателя концентрации видового богатства сосудистых растений 14-191.

Зимой 2020/21 гг. большая часть «растительного войлока» на Пугаченском склоне выгорела в результате пожара. Этот фактор очень благоприятно сказался на массовом цветении в 2021 году многих видов растений, в том числе тюльпана, шафрана, птицемлечника, мускари и других.

## Заключение

На Пугаченском склоне в 2019-21 годах выявлено 248 видов сосудистых растений, относящихся к 58 семействам. Эти цифры имеют потенциал к увеличению при осуществлении дальнейших флорологических исследований территории.

По ботанической составляющей, Пугаченский склон заслуживает включения в природно-заповедный фонд ПМР. Участок соответствует статусу узловой территории экологической сети. Здесь сохраняются популяции 18 видов растений, включенных в Красную книгу ПМР и 10 из списка Красной книги Республики Молдова.

*За разностороннюю помощь в проведении исследований выражаем признательность А.А. Тищенкову и Н.А. Романовичу.*

## Литература

1. Конвенция о биологическом разнообразии // Охрана окружающей среды. Сборник международных правовых актов. – Кишинев: Biotica, 1998. – Т.1. – С. 20-51.
2. Возвращение природы в нашу жизнь. Стратегия по сохранению биоразнообразия до 2030 года. – URL: https://ec.europa.eu/environment/strategy.
3. Захаров Д.С. Ценные геолого-палеонтологические памятники природы Приднестровья / Д. С. Захаров // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра: Мат-лы научно-практ. конф. (с междунар. участием). – Тирасполь: Eco-Tiras, 2018. – С. 69-73.

4. Ионова Л.Г. Коренной берег Днестра в окрестностях Григориополя – рефугиум редких видов растений / Л. Г. Ионова // Hydropower impact on river ecosystem functioning: Proceedings of the International conference. – Тирасполь: Eco-TIRAS. 2019. – С. 383-384.
5. Романович Н.А. Экотуристический путеводитель по двум берегам Днестра от Грушки до Чубурчиу / Н. А. Романович, Т. Д. Изверская, А. А. Тищенков, Л. Г. Ионова. – Бендеры: Б.и., 2022. – 171 с.
6. Гейдеман Т.С. Определитель высших растений Молдавской ССР / Т. С. Гейдеман. – Кишинев: Штиинца, 1986. – 638 с.
7. Доброчаева Д.Н. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин [и др.]; редколлегия: Ю. Н. Прокудин [и др.]. – 2-е изд. – Киев: Фитосоциоцентр, 1999. – 548 с.
8. Растения лесных опушек и полян: Серия «Растительный мир Молдавии» / редактор А. А. Чеботарь. – Кишинев: Штиинца, 1986. – 342 с.
9. Растения степей, известняковых склонов и сорные: Серия «Растительный мир Молдавии» / редактор А. А. Чеботарь. – Кишинев: Штиинца, 1989. – 303 с.
10. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. – URL: https://www.plantarium.ru.
11. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
12. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики: монография / Министерство с/х-ва и природных ресурсов ПМР; редколлегия: Е. М. Коваль (председатель), Л. В. Пилькова, С. И. Берил [и др.]; сост.: О. С. Безман-Мосейко [и др.]. – 2-е изд. – Тирасполь-Бендеры: Полиграфист, 2020. – 560 с.
13. Cartea Roşie a Republicii Moldova. – Ed. 3. – Chişinău, 2015. – 492 p.
14. Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ). 2021: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.02.2021 №111. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text
15. Андреев А. Руководство по оценке территорий-ядер Экологической сети / А. Андреев. // Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы. Мат-лы междунар. конф. – Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. – С. 444-476.
16. Жилкина И.Н. Растения Приднестровской Молдавской Республики (конспект флоры) / И. Н. Жилкина. – Гатчина Ленинградской области: ПИЯФ РАН, 2002. – 92 с.
17. Природная флора Приднестровья: монография / редактор В. Ф. Хлебников. – Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2020. – 252 с.
18. Андреев А.В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети / А. В. Андреев. – Кишинев: BIOTICA, 2002. – 168 с.
19. Андреев А. Концепция создания Экологической сети Республики Молдова / А. Андреев, П. Горбуненко, О. Казанцева [и др.] // Академику Л.С. Бергу – 125 лет: Сб. научн. ст. – Бендеры: BIOTICA, 2001. – С. 153-215.

# К ВОПРОСУ ОБ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ Se, Co И Mn ЭКОСИСТЕМ В ДОЛИНЕ ДНЕСТРА

***Марина Капитальчук, Иван Капитальчук***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25 Октября, 128, Тирасполь, 3300, Молдова*
*тел. (+373 777) 63198; электронная почта: kapitalim@mail.ru*

## Введение

Сегодня общеизвестно, что селен является эссенциальным элементом для человека и животных. Дефицит селена в организме человека приводит к повышению риска сердечно-сосудистых, гастроэнтерологических, онкологических заболеваний, снижению противо-инфекционной резистентности [1, 2]. Имеются сведения о взаимосвязи обеспеченности селеном населения с заболеваемостью COVID-19 [3, 4].

Кобальт это жизненно необходимый элемент для человека и животных. Биологическая роль кобальта связана с включением его в молекулу витамина $B_{12}$ – кобаламина. Кобальт повышает усвоение железа и синтез гемоглобина. Процесс кроветворения у человека и животных может осущест-

вляться только при нормальном взаимодействии кобальта и железа [5]. В прошлом столетии был отмечен недостаток кобальта в организме животных Молдовы и заболевание акобальтоз у животных [6].

Марганец также является жизненно важным элементом, он входит в состав многих ферментов и в организме выполняет множество функций. Недостаток и избыток марганца в организме способствует развитию психических заболеваний, гипотиреозу, нарушению работы репродуктивной системы и др. [2, 5].

Обеспеченность человека рассматриваемых элементов зависит от геохимической характеристики территории, которая определяет особенности миграции и концентрации микроэлемента в системе «почва – растения – животные – человек». В настоящей работе дан краткий анализ содержания Se, Co и Mn в экосистемах долины Днестра с учетом полученных новых данных в биоматериале.

## Материал и методы

В качестве данных для анализа содержания селена в экосистемах долины Днестра послужили опубликованные ранее нами статьи [7-15]. Для анализа содержания кобальта и марганца послужили образцы зерна пшеницы, кукурузы, семян подсолнечника, волосяного покрова коз, коров и кроликов, когтей кур, собранных на территории лесостепных и степных районов долины Днестра. Лабораторному анализу подвергались усредненные пробы, составленные отдельно из образцов степной и лесостепной зоны. Определение содержания кобальта и марганца в материале проводилось с помощью масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП) на приборах квадрупольного масс-спектрометра Nexion 300D (PerkinElmer, США).

## Полученные результаты и обсуждение

**Селен.** Нормальное функционирование любого организма зависит от содержания и соотношения в нем химических элементов. Существует мнение, что если в почвах мало какого-либо биогенного элемента, то его мало в растениях, почвах, животных и человека. Во многих случаях это так. Однако, имеют случаи, когда валовое содержание в почве элемента не отражает обеспеченность этим элементом живые организмы. Пример этому можно привести системные биогеохимические исследования по содержанию селена в компонентах окружающей среды Молдовы.

Так, почвах Молдовы селена немного (среднее 246 мкг/кг), имеет место дефицитные концентрации (100 мкг/кг). В растениях содержание селена оптимальное (от 80 до 166 мкг/кг). Чувствительным Se-индикатором являются грибы, например, шампиньон двуспоровый (*Agaricus bisporus*), который в условиях долины Днестра аккумулируют Se в диапазоне 1980–24920 мкг/кг сухого вещества с максимальным накоплением микроэлемента в пойменной экосистеме. Интенсивно накапливается Se в плодах грецкого ореха (в среднем 258±64,2 мкг/кг) на всей территории Молдовы.

Важным звеном в миграции Se по пищевым цепям и интегральным биоиндикатором химических элементов в экосистемах являются пчелы и продукты их жизнедеятельности. В биогеохимических условиях долины Днестра в теле медоносных пчел аккумулируется Se в пределах 308–1234 мкг/кг (в среднем 667 мкг/кг), перге – 214–312 мкг/кг (в среднем 249 мкг/кг), прополисе – 99–257 мкг/кг (в среднем 142 мкг/кг), полифлорном меде – 72–149 мкг/кг (в среднем 109 мкг/кг), отражая высокую доступность Se в пищевых цепях экосистем

Благоприятные биогеохимические условия для миграции Se обеспечивают на территории Молдовы высокий Se-статус дикой фауны. Так, содержание Se варьирует в мышечной ткани дикого кабана в диапазоне 373–394 мкг/кг, зайца русака – 155–228 мкг/кг, птиц – 89–1158 мкг/кг.

Se-статус населения достаточно высок, концентрация Se в сыворотке крови находится в пределах 76–254 мкг/л при среднем значении 146 мкг/л. Высокий Se-статус населения долины Днестра отражает благоприятные биогеохимические условия миграции Se по пищевым цепям экосистем, обеспечивающий оптимальное накопление микроэлемента в зерновых культурах, высокое его содержание в мышечных тканях животных и рыб. Подобная тенденция наблюдается и для накопления железа животными Молдовы в условиях его низкого валового содержания в почвах [16].

**Кобальт.** В биогеохимических условиях Молдовы кобальта в почвах больше кларка почв. Отмечены низкие концентрации подвижного кобальта в почвах. Но, в золе гуминовых кислот обнаружены очень высокие концентрации кобальта. В экологических условиях Молдовы хорошо накапливают кобальт растения семейств: пасленовые виноградовые и крестоцветные [6]. Исследования по содер-

жанию кобальта в окружающей среде в Молдове проводились около 50 лет назад. Сейчас большое внимание исследователи уделяют элементам загрязнителям, поэтому кобальт в последние десятилетия не исследовался в долине Днестра.

Мы исследовали содержание кобальта в шерсти коз и коров в долине Днестра. Прежде чем описать наши результаты стоит отметить диапазоны нормальных концентраций кобальта в шерсти коров условно фоновых территорий: от 0,01 до 0,08 мг/кг [2]. Средние значения концентраций кобальта в шерсти животных долины Днестра следующие: коров в степном районе 0,23 мг/кг, а в лесостепном 0,08 мг/кг; коз в степном районе 0,08 мг/кг, а в лесостепном 0,1 мг/кг. Содержание кобальта в волосах людей, проживающих в степном районе долины Днестра по предварительным данным 0,12 мг/кг. Рассматривая содержание других химических элементах в когтях домашних кур и кур, выращенных на птицефабриках, часто наблюдались достоверные различия. Среднее содержание кобальта в когтях домашних кур и кур, выращенных на птицефабриках оказались одинаковыми 0,17 мг/кг.

Стоит отметить, что в почвообразующих породах и почвах днестровской долины наблюдается повышенный фон кобальта в отличие от междуручья. Таким образом, можно отметить, что долина Днестра имеет благоприятные биогеохимические условия для аккумуляции кобальта животными.

**Марганец.** В почвообразующих породах Молдовы марганца меньше кларка в литосфере, а в почвах меньше кларка почв. Значительные площади земель Молдовы содержать мало подвижных форм марганца. В условиях Молдовы повышенным содержанием марганца отличались семейства: *Розовые, Зонтичные, Осоковые* [6]. В поверхностных водах марганец содержится в пределах 48-58 мкг/л. Но, в реке Днестр, городских прудах и Кучурганском водохранилище в 3-4 раза больше марганца. В последние годы выявлены случаи с превышением ПДК марганца в воде реки Днестр. Также отмечено загрязнение донных отложений марганцем. Поэтому марганец в последние десятилетия изучался в Молдове как загрязнитель. В почвах, растениях и в реке Днестр марганец уступал первенство железу по содержанию. А в местных водоемах марганца больше чем железа [17-19]. В связи с чем, стал вопрос о содержании этого жизненно важного, с одной стороны, и токсичного, с другой стороны, элемента в организме животных. По предварительным данным содержание марганца в шерсти коз из степной зоны долины Днестра составляет 8,33 мг/кг, коз из лесостепной – 10,03 мг/кг, коров из лесостепной зоны – 10,75 мг/кг, а в условиях степи в шерсти коров марганца 33,51 мг/кг. Стоит отметить, что именно в степной зоне и были зафиксированы случаи с превышением ПДК марганца в водных объектах. В шерсти кроликов количество марганца значительно меньше, чем у коз и коров (1,18 мг/кг в лесостепи и 3,6 мг/кг в степи). В условно «фоновых» территориях может быть марганца в шерсти коров от 4 до 40 мг/кг [2]. Учитывая такой диапазон значений для марганца в шерсти животных, можно констатировать нормальное содержание марганца в организме животных долины Днестра. Таким образом, в биогеохимических условиях с недостатком марганца в почвах, растениях и высоким содержанием марганца в главной водной артерии реки Днестр, содержание марганца в биоматериале находится в передах нормы.

## Выводы

Таким образом, в результате системного подхода к биогеохимическим исследованиям, выяснилось, что не всегда валовое содержание в почве элемента, отражает обеспеченность этим элементом растения, произрастающие на данной территории, животных и человека.

## Литература


1. Голубкина Н.А., Папазян Т.Т. Селен в питании: растения, животные, человек. М.: Печатный город, 2006. 254 с.
2. Ермаков В.В. Тютиков С.Ф. Геохимическая экология животных. М.: Наука, 2008. 315 с.
3. Капитальчук М.В. К вопросу о влиянии биогеохимических условий на заболеваемость COVID-19 // Микроэлементы в медицине. 2021. Т. 22. № S1. С. 37-38.
4. Йованович Л.Н., Ермаков В.В. Значение селена и цинка в предупреждении и лечении некоторых заболеваний. Обзор. Биогеохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы. Труды Международного биогеохимического Симпозиума, 5-7 ноября 2020 г. В 2-х томах. Ред коллегия: В.В. Ермаков [и др.] Том 1. Тирасполь: ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 2020. С. 298-302.
5. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М. : Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 272 с.
6. Кирилюк В.П. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Chişinău: Pontos, 2006. 156 p.

7. Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Голубкина Н.А. Аккумуляция и миграция селена в компонентах биогеохимической цепи «почва–растения–человек» в условиях Молдавии // Поволжский экологический журнал, 2011. № 3. С. 323–335.
8. Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Голубкина Н.А. Продукты питания как индикатор обеспеченности ландшафтов Молдавии селеном // Вестник МГОУ. Серия “Естественные науки», 2011. №4. С. 90–93.
9. Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Капитальчук И.П. Аккумуляция селена грецкими орехами в экосистемах Днестровско-Прутского междуречья // Проблемы региональной экологии, 2012. № 1. С. 71–74.
10. Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Шешницан С.С., Капитальчук И.П. Особенности аккумуляции селена растениями водных экосистем Молдавии // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки», 2013. №3. С. 104–109.
11. Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Капитальчук И.П., Тищенков А.А. Селеновый статус животных Молдавии // Биогеохимия – научная основа устойчивого развития и сохранения здоровья человека. В 2 т. Тула: Тул. гос. пед. ун-т им. Л.Н. Толстого, 2019. Том 2. С. 55–59.
12. Капитальчук М.В. Роль воды в обеспеченности селеном биоты Молдавии // Микроэлементы в медицине. 2021. Т. 22. № 4. С. 62-70.
13. Golubkina N.A., Sheshnitsan S.S., Kapitalchuk M.V., Erdenotsogt E. Variations of chemical element composition of bee and beekeeping products in different taxons of the biosphere // Ecological Indicators, 2016, 66:452–457.
14. Kapitalchuk I., Golubkina N., Kapitalchuk M., Sheshnitsan S. Selenium in Soils of Moldova // Journal of Environmental Science and Engineering A, 2014. V. 3. 5(29):268–273.
15. Kapitalchuk I., Golubkina N., Sheshnitsan S., Kapitalchuk M., Grishina T. Selenium and other elements accumulation by higher fungi in ecosystems of the Dniester river valley // Studia Universitatis Moldaviae, 2014, 6(76):103–107.
16. Капитальчук, И.П. Железо в экосистемах Молдавии / М.В. Капитальчук, Т.И. Богатая, И.С. Мезенцева // Биогеохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы. Труды Международного биогеохимического Симпозиума, 5-7 ноября 2020 г. В 2-х томах. Ред. коллегия: В.В. Ермаков [и др.] Том 1. Тирасполь: ПГУ им. Т.Г. Шевченко, – 2020. – С. 291-297.
17. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В. Особенности биогеохимии микроэлементов в Молдавии // Биогеохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы. Труды Международного биогеохимического Симпозиума, 5-7 ноября 2020 г. В 2-х т. Ред. колл: В.В. Ермаков [и др.] Том 1. Тирасполь: ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 2020. С. 83-96.
18. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В., Голубкина Н.А. О взаимосвязи микроэлементов Se, Fe, Mn, Zn, Cu, Cd в компонентах экосистем долины Днестра // Проблемы региональной экологии, 2011. № 6. С. 174-180.
19. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В., Измайлова Д.Н., Богдевич О.П. О содержании Fe, Mn, Zn, Ni, Se, Cu, Pb, Cd в поверхностных и грунтовых водах Молдовы // Проблемы региональной экологии, 2012. № 3. С. 41-45.

# ЦИНК В ДОЛИНЕ ДНЕСТРА

***Марина Капитальчук, Иван Капитальчук***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25 Октября, 128, Тирасполь, 3300, Молдова*
*тел. (+373 777) 63198; эл. почта: kapitalim@mail.ru*

## Введение

Химический элемент цинк, в первую очередь, широко известен как один из важнейших цветных металлов. Металлический цинк и его сплавы латунь и бронза были известны еще до нашей эры. Сегодня по масштабам своего производства в ряду цветных металлов он занимает третье место. Широкое использование цинка в современном производстве привело к тому, что одним из важнейших источников поступления цинка в окружающую среду являются антропогенные источники.

Но, несмотря на значительное техногенное поступление цинка в биосферу, “перенасыщение” окружающей среды этим элементом происходит только локально и чаще всего из-за несоблюдения гигиенических нормативов. Цинковая интоксикация отмечается, как правило, у людей, занятых на цинковых производствах, работающих с цинковыми соединениями или в случае передозировки препаратов цинка. Все же, избыток цинка в организме – явление довольно редкое. Скорее человечество страдает от недостатка этого элемента в пище, а значит, и в организме, о чем свидетельствует распространение болезней, вызываемых как раз таким недостатком [1, 2]. В научных источниках отмечается связь между обеспеченностью населения цинком с заболеваемостью COVID-19 [3].

Основной задачей биогеохимии является изучение миграции химических элементов в компонентах окружающей среды [4]. Чтобы судить о миграции какого-либо химического элемента, необходимо знать особенности его накопления живыми организмами в конкретной биогеохимической обстановке [5]. Данное исследование является пилотным и дает ориентировочное представление об обеспеченности цинком животных и человека долины Днестра, что позволяет в дальнейшем более правильному планированию исследований миграции цинка в региональных биогеохимических условиях.

## Материал и методы

В качестве данных для анализа послужили материалы о содержании цинка в водах и почвах долины Днестра, опубликованные ранее [6-13], а также новые данные, полученные на основе собранных в долине Днестра образцов волосяного покрова коз, коров и кроликов, когтей кур, зерна пшеницы, кукурузы, семян подсолнечника из лесостепной и степной зон. Определение содержания цинка в биоматериале проводилось с помощью масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (МС-ИСП) на приборах квадрупольного масс-спектрометра Nexion 300D (Perkin Elmer, США). Содержание подвижных форм цинка проводили в вытяжках, полученных в аммонийно-ацетатном буфере (ААБ) с pH=4,8 атомно-абсорбционной спектрофотометрии в лабораторно-аналитическом центре ВНИИССОК (г. Москва). А содержание кислоторастворимых форм цинка проводили в вытяжках, полученных 1 н. раствором азотной кислоты методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии также в лабораторно-аналитическом центре ВНИИССОК (г. Москва).

## Полученные результаты

Данные по среднему содержанию цинка в разных типах водных объектов на рассматриваемой территории приведены на рисунке 1.

Изменение концентраций цинка в р. Днестр вниз по течению от Каменского до Слободзейского района отображено на рисунке 2.

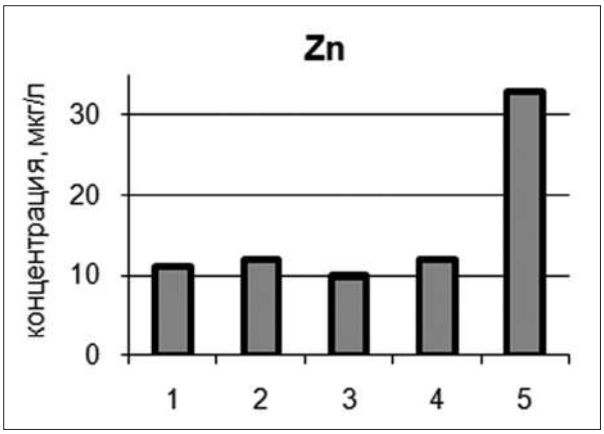



**Рисунок 1.** Среднее содержание цинка в водных объектах долины Днестра: 1 – р. Днестр, 2 – Кучурганский лиман, 3 – р. Ягорлык, 4 – пруды, 5 – колодцы

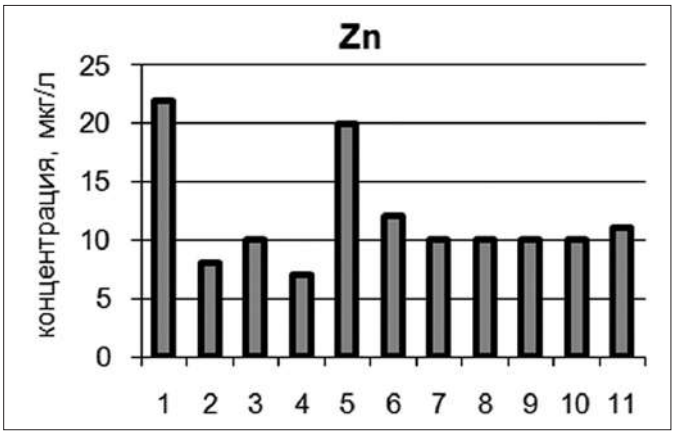



**Рисунок 2.** Изменение концентрации Zn в р. Днестр створы: 1 – г. Каменка, 2 – с. Рашков, 3 – с. Ержово, 4 – г. Рыбница на входе в черту города, 5 – г. Рыбница в районе набережной, 6 – Дубоссарское водохранилище выше плотины (г. Дубоссары), 7 – ниже по течению от плотины Дубоссарской ГЭС, 8 – с. Парканы, 9 – г. Бендеры, 10 – г. Тирасполь, 11 – с. Глиное.

Обеспеченность почв подвижными формами цинка, полученными в разных вытяжках, представлена в таблице 1.

**Таблица 1. Содержание подвижных форм Zn в пойменной почве долины Днестра (мг/кг)**

| Вытяжка | Авторские данные | | | По литературным источникам для Молдовы (среднее значение) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | n | Диапазон | Среднее | Вал. формы [14] | Подвижные формы в АЦБ pH 4,8 [14] |
| $HNO_3$ | 15 | 2,3-4,8 | 3,43 | 71 | |
| ААБ pH 4,8 | 15 | 0,31 – 2,46 | 0,82 | | 0,1-4,9 среднее – 1,4 |

Полученные результаты по содержанию Zn в биоматериале сельскохозяйственных животных в условиях степи и лесостепи долины Днестра представлены в таблице 2.

**Таблица 2. Содержание Zn в организме с/х животных долины Днестра (мг/кг).**

| Регион | Козы (волосяной покров) | Коровы (волосяной покров) | Кролики (шерсть) | Куры (когти) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | домашние | птице-фабрика |
| Лесостепной | 91,27±13,7 | 112±17 | 287±43 | - | - |
| Степной | 109±16 | 104±16 | 243±36 | 134±20 | 132±20 |

Нами впервые для нашего региона получены результаты по содержанию цинка в волосах и ногтях населения (таблица 3).

**Таблица 3. Результаты содержания Zn в волосах и ногтях населения долины Днестра и других регионов**

| Регион | Источник | Биоматериал | Среднее значение (мг/кг) | Норма (мг/кг) по Скальному |
|---|---|---|---|---|
| Долина Днестра | наши данные | волосы | 140 | 125-400 |
| | | ногти | 120 | 150-480 |
| Оренбург | Скальная, Нотова | Волосы | 188 | 180-230мкг |
| Минск | Матвейко и др. | Волосы, ногти | 68 | 120-250мкг |
| | | | Нормальное (принято считать) | |
| Италия | Folinetal., 1991 | Волосы | 102-258 | |
| Япония | Hayashietal., 1993 | Ногти | 129-179 | |

## Обсуждение результатов

Уровень содержания химических элементов в поверхностных и грунтовых водах является важным экологическим показателем территории, так как он служит одним из критериев биогеохимического прогноза экологического статуса элементов различных ландшафтов. Данные по среднему содержанию цинка в разных типах водных объектов на рассматриваемой территории приведены на рисунке 1. Как следует из этого рисунка, содержание цинка в поверхностных водах рассматриваемой территории отличается стабильностью, в среднем составляя около 12 мкг/л (0,012 ПДК), при диапазоне колебаний 7–22 мкг/л. В грунтовых водах его средняя концентрация возрастает до 33 мкг/л (0,033 ПДК), а интервал изменений – 10–52 мкг/л.

Особый интерес представляет анализ изменения концентрации цинка вниз по течению на рассматриваемом участке реки Днестр, результаты которого представлены на рисунке 2. Из представленных на рисунке данных видно, что содержание цинка в днестровской воде остается в целом стабильным, испытывая незначительные колебания вблизи значения 10 мкг/л. Лишь в черте городов Каменка (створ 1) и Рыбница (створ 5) его концентрация повышается до 20–22 мкг/л.

Содержание цинка в почвообразующих породах Приднестровья составляет преимущественно 30–40 мг/кг, за исключением южной части, где концентрация микроэлемента в почвообразующих породах террас Днестра может достигать 50 мг/кг и более. В то время как, содержание цинка в почвах Молдовы колеблется от 10 до 166 мг/кг, при среднем его значении 71 мг/кг [15].

По данным наших исследований среднее содержание цинка в почвах долины Днестра составило 56,7±13,3 мг/кг. При этом значение концентрации микроэлемента изменялось от 34 мг/кг в обыкновенном черноземе до 74 мг/кг в черноземе типичном и черноземе выщелоченном. Содержание цинка существенно варьирует и в однотипных почвах в зависимости от конкретных геохимических условий. Так, концентрация микроэлемента находится в диапазоне значений для: чернозема выщелоченного – 52–74 мг/кг, чернозема типичного – 44–74 мг/кг, чернозема обыкновенного – 34–54 мг/кг, чернозема карбонатного – 50–74 мг/кг. По величине абсолютного содержания в почвах исследуемой территории в ряду металлов цинк занимает третье место после железа и марганца [6].

Содержание подвижных (в ААБ pH 4,8) форм цинка на исследуемых участках Ботанического сада университета колеблется в очень широких пределах (0,31–2,46 мг/кг) при среднем значении

0,82 мг/кг. Наши результаты по подвижному (в ААБ pH 4,8) цинку сопоставимы с результатами, полученными в целом для Молдовы, где среднее значение рассматриваемых нами форм – 2,4 мг/кг. Для сравнения укажем, что кислоторастворимых форм в этих же почвах несколько выше (2,3–4,8 мг/кг) при среднем значении 3,43 мг/кг.

Все чаще в диагностике животных используется волосяной покров, который является одним из важных биоматериалов, отражающих элементный статус животных региона. Диапазоны нормальных концентраций цинка в волосяном покрове крупного рогатого скота (КРС) условно «фоновых» территорий России считается 110-150 мг/кг. Минимальные концентрации цинка в волосяном покрове КРС России – от 70 мг/кг, максимальные до 297 мг/кг [1].

Козы и коровы долины Днестра имеют невысокий цинковый статус, но не критично низкий. В волосяном покрове коров лесостепной зоны больше цинка, чем в волосяном покрове коров степной зоны. А у коз наоборот. Интересно то, что обратные тенденции накопления элементов в зависимости от выращивания животных в степной и лесостепной зоны обнаружены и для других элементов (Cr и Cd) [16, 17]. Отметим двукратное превышение содержания цинка в шерсти кроликов по сравнению с содержанием в волосяном покрове коз и коров нашего региона исследования. Но, в сравнении с шерстью кроликов Белоруссии (369–1004 мг/кг), оказывается цинка в шерсти наших кроликов не много. В когтях кур выращенных на птицефабрике и в домашних условиях достоверных различий не наблюдается.

По содержанию цинка в усредненных пробах волос и ногтей 45 человек степной зоны мы можем предположить низкий цинковый статус населения долины Днестра. Если сравнить средние значения по содержанию цинка в волосах наших исследуемых и в волосах жителей других регионов, то можно отметить дефицитное содержание цинка или близкое к дефицитному, но не критичное с явно выраженным недостатком как, например, в Белоруссии. А.В. Скальным установлено активное выведение цинка из организма связанное с регулярным употреблением алкоголя [18]. Возможно, это одна из причин низкого уровня обеспеченности цинком населения исследуемой территории.

## Выводы

В долине Днестра в природных водах, почве, в биоматериале животных и человека не обнаружено ни одного случая с превышением допустимых норм по содержанию цинка. Подвижных форм цинка, полученных в ААБ не много и соизмеримо с концентрациями кислоторастворимых форм, что указывает скорее на его недостаток в почвах. В волосяном покрове коз и коров наблюдаются близкие к дефицитным концентрации цинка. Очевидно, имеются биогеохимические факторы препятствующие накоплению цинка в организме животных. В усредненной пробе волос людей собранных со степной зоны долины Днестра дефицита не наблюдается.

## Литература


1. Ермаков, В.В. Биогеохимическая индикация микроэлементов / В.В. Ермаков, С.Ф.Тютиков, В.А. Сафонов; Отв. ред. Т.И. Моисеенко. – М., 2018. – 386 с.
2. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. 272 с.
3. Капитальчук М.В. К вопросу о влиянии биогеохимических условий на заболеваемость COVID-19 // Микроэлементы в медицине. 2021. Т. 22. № S1. С. 37-38.
4. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Академия, 2003. 400 с.
5. Капитальчук М.В. Место и роль биогеохимии в развитии биологических знаний // Фундаментальные основы биогеохимических технологий и перспективы их применения в охране природы, сельском хозяйстве и медицине: Труды XII Межд. биогеохим. школы. Тула: Тул. гос. пед. ун-т им. Л.Н.Толстого. 2021. С. 46-53.
6. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В. Особенности биогеохимии микроэлементов в Молдавии // Биогеохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы. Труды Международного биогеохимического Симпозиума, 5-7 ноября 2020 г. В 2-х т. Ред. колл: В.В. Ермаков [и др.] Том 1. Тирасполь: ПГУ им. Т.Г. Шевченко, 2020. С. 83-96.
7. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В., Голубкина Н.А. О взаимосвязи микроэлементов Se, Fe, Mn, Zn, Cu, Cd в компонентах экосистем долины Днестра // Проблемы региональной экологии, 2011. № 6. С. 174–180.
8. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В., Измайлова Д.Н., Богдевич О.П. О содержании Fe, Mn, Zn, Ni, Se, Cu, Pb, Cd в поверхностных и грунтовых водах Молдовы // Проблемы региональной экологии, 2012. № 3. С. 41–45.
9. Капитальчук И.П., Капитальчук М.В., Измайлова Д.Н., Богдевич О.П. О соотношении некоторых микроэлементов в компонентах окружающей среды долины Днестра // Геоэкологические и биоэкологические про-

блемы Северного Причерноморья. Мат-лы IV Межд. научно-пр. конф. Тирасполь. Изд-во Приднестр. ун-та, 2012. С.129–131.
10. Капитальчук И.П., Шешницан Т.Л., Шешницан С.С., Капитальчук М.В. Миграция марганца, цинка, меди и молибдена в ландшафтно-геохимических катенах долины Нижнего Днестра // Юг России: экология, развитие. 2018. Том 13. №2. С.96–112.
11. Капитальчук М.В., Голубкина Н.А., Капитальчук И.П. Накопление Fe, Mn, Zn, Cu, Se растениями в условиях долины Днестра // Актуальные проблемы биоэкологи. Сб. мат-лов II Междунар. научно-практ. конф. Москва: Изд-во МГОУ, 2010. С. 163–167.
12. Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Богатая Т.И., Гребенщиков В.П Геохимическая неоднородность почвы пойменной экосистемы (на примере Ботанического сада Приднестровского университета // Теоретические и прикладные проблемы географической науки: социальный, правовой, экономический и экологический аспекты: Материалы Международной научно-практической конференции, 12-16 ноября 2019 г. – Воронеж: ВГУ, 2019. Том 1. – С.257-262.
13. Капитальчук М.В., Хлебников В.Ф., Капитальчук И.П., Гребенщиков В.П., Богатая Т.И., Смурова Нат. В., Смурова Над.В., Банков Н.Н., Максименко Е.А. Особенности распределения основных агрохимических показателей и металлов (Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Pb) по вертикальным профилям пойменной почвы // Биогеохимические инновации в условиях коррекции техногенеза биосферы: Труды Международного биогеохимического Симпозиума. Тирасполь: ПГУ им. Т.Г. Шевченко. С. 93–100.
14. Кирилюк В.П. Микроэлементы в компонентах биосферы Молдовы. Chişinău: Pontos, 2006. 156 p.
15. Тома С.И., Рабинович И.З., Великсар С.Г. Микроэлементы и урожай. Кишинев: Штиинца. 1980. 172 с.
16. Капитальчук М.В., Богатая Т.И., Капитальчук И.П. Хром в лесостепных и степных экосистемах Молдавии // Степи Северной Евразии: мат-лы VIII междунар. симпозиума / под ред. А.А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, РАН, 2018. С. 454–457.
17. Капитальчук М.В., Капитальчук И.П., Богатая Т.И., Гончарук Е.Д. Кадмий в компонентах окружающей среды Молдавии // Трешниковские чтения – 2019: Современная географическая картина мира и технологии географического образования: мат-лы. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2019. С.39-40.
18. Скальный А.В. Цинк и здоровье человека. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003, – 80с.

# INVASIVE VASCULAR PLANT SPECIES IN THE FLORA OF THE «LOWER PRUT LAKES» RAMSAR SITE

***Polina Cassir***
*Scientific reserve "Lower Prut"*
*Slobozia Mare, Cahul, Republic of Moldova*
*Тел. (+373) 78353311; e-mail: cassirpolina@gmail.com*

## Introduction

In recent decades, the problem of anthropogenic impact on the planet's biosphere has become global. As a result of human economic activity, representatives of numerous animal and plant species move around the regions of the globe every day in all directions. These movements often end with the introduction (invasions) of species into a new environment, which leads to serious environmental, social and economic consequences. Alien invasions species lead to the unification of flora, reduction of the ranges of native species, reduction of their activity and reproductive capacity. Encounter with alien species often poses a risk to health and even human and animal life. The fight against alien species is very costly. In some cases, the expansion of the species leads to the withdrawal from the recreational zones of significant territories.

In most regions of the world, at present, the number of species that came from outside is 15-30%, and this number is growing all the time. There is not just a rapid change in the species diversity of individual ecosystems, but also an irreversible transformation of the landscapes of entire regions.

Studies of invasive flora in the Biosphere reserve began relatively recently, but by now a core of alien species has been identified (35 taxa), representing a real threat and being invasive or potentially invasive on the territory of "Lower Prut Lakes" Ramsar site. Surveys of flora and vegetation, carried out as part of the scientific theme of the reserve, lead to the fact that information about the floristic composition is constantly

updated with data on the dynamics of the vegetation cover of some areas and new floristic finds. Based on this, the purpose of this work is an assessment of the general state of the studied alien and invasive plant species in Lower Prut Biosphere reserve.

## Material and methods

The study was conducted during 2019-2022 years. The materials collected are based on the results of field research, specimens from the National Herbarium and scientific sources. Herbarium specimens of species that are difficult to test in the field were collected, which were identified under laboratory conditions using regional "Flora" and "Guidelines" [10, 12-14]. The correctness of the definitions was verified using samples from the Herbarium of the National Botanical Garden (Institute) named after Al. Chubotaru (Kishinev, Republic of Moldova). The species nomenclature is given in accordance with the latest nomenclature reports [10, 12-15].

## Results

An annotated list of invasive species found in the territory of the "Lower Prut Lakes" Ramsar site is prepared. This list is a preliminary and was drawn up based on the scientific sources, field studies research and analysis of herbarium materials counting 35 alien species of invasive properties were found (Table 1).

**Table 1. List of invasive species registered in the Lower Prut Biosphere reserve**

| № | Species | Family | Sinonimy | Romanian name | Origin |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | *Abutilon theophrasti* Medik. | Malvaceae | *Sida abutilon* L. | Pristolnic Teofrast | Central and South-east Asia |
| 2. | *Acer negundo* L. | Aceraceae | | Arţar negru | North America |
| 3. | *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle | Simaroubaceae | | Cenuşer înalt | South-east Asia |
| 4. | *Amaranthus albus* L. | Amaranthaceae | | Ştir alb | North America |
| 5. | *Amaranthus blitoides* S.Watson | Amaranthaceae | | Ştir blitoideu | North America |
| 6. | *Amaranthus caudatus* L. | Amaranthaceae | *A. leucospermus* auct. | Ştir caudat | South America |
| 7. | *Amaranthus hybridus* L. | Amaranthaceae | | Ştir hybrid | South America |
| 8. | *Amaranthus retroflexus* L. | Amaranthaceae | | Ştir reflect | North America |
| 9. | *Ambrosia artemisiifolia* L. | Asteraceae | | Venetică artemisifolie | North America |
| 10. | *Asclepias syriaca* L. | Asclepiadaceae | | Cătuşnic sirian | North America |
| 11. | *Cardaria draba* (L.) Desv. | Brassicaceae | *Lepidium draba* L. | Hreniţă draboidă | Mediterranean region |
| 12. | *Conyza canadensis* (L.) Cronq. | Asteraceae | *Erigeron canadensis* L. | Măturică canadiană | North America |
| 13. | *Cuscuta campestris* Yunck. | Cuscutaceae | *C. arvensis* auct. | Torţel campestru | North America |
| 14. | *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. | Asteraceae | *Iva xantiifolia* Nutt. | Venetic xantifoliu | North America |
| 15. | *Cyperus difformis* L. | Cyperaceae | | Ciufă vagiformă | South-east Asia |
| 16. | *Datura stramonium* L. | Solanaceae | | Ciumăfaie comună | Central America |
| 17. | *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC. | Brassicaceae | *Sisymbrium tenuifolium* L. | Birânduleţ tenuifolie | Western and Mediterranean Europe |
| 18. | *Elaeagnus angustifolia* L. | Elaeagnaceae | | Sălcioară mirositoare | Mediterranean region and Central Asia |
| 19. | *Elodea canadensis* Michx. | Hydrocharitaceae | *Anacharis canadensis* (Michx) Planch. | Mlăştiniţă canadiană | North America |
| 20. | *Euphorbia maculata* L. | Euphorbiaceae | | Alior maculat | North America |
| 21. | *Galinsoga parviflora* Cav. | Asteraceae | | Busuioacă parvifloră | South America |
| 22. | *Gleditsia triacanthos* L. | Fabaceae | | Glădiţă | North America |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 23. | *Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun. | Asteraceae | *Donia squarrosa* Pursh | Grindelie scvaroasă | North America |
| 24. | *Lycium barbarum* L. | Solanaceae | | Zăhărică barbelată | Mediterranean region |
| 25. | *Medicago sativa* L. | Fabaceae | | Lucernă cultivată | South-east Asia |
| 26. | *Morus alba* L. | Moraceae | | Dud alb | East Asia |
| 27. | *Oenothera biennis* L. | Onagraceae | | Luminiţă bienală | North America |
| 28. | *Onobrychis viciifolia* Scop. | Fabaceae | | Sparcetă viciefolie | South Europe |
| 29. | *Phalacroloma annuum* (L.) Dumort. | Asteraceae | *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Stenactis annua* (L.) Cass. | Falacroloma anuală | North America |
| 30. | *Robinia pseudoacacia* L. | Fabaceae | | Salcâm alb | North America |
| 31. | *Salsola tragus* L. | Chenopodiaceae | | Târtan sudic | South Eurasia |
| 32. | *Torulinium caucasicum* Pallas | Cyperaceae | | Căprişoară caucaziană | Caucasus region |
| 33. | *Xanthium californicum* Greene | Asteraceae | | Cornuţi californieni | North America |
| 34. | *Xanthium spinosum* L. | Asteraceae | | Holeră | South America |
| 35. | *Xanthium strumarium* L. | Asteraceae | | Cornuţi tumefiaţi | South-west Asia |

During the growing seasons of 2019-2022, in different time periods, the adventitious flora of the villages of Crihana Veche, Pashcani, Manta, Vadul lui Isac, ColibashiBrinza, Valeni, Slobozia Mare, Cishlita Prut, Giurgiuleshti, as well as south vicinity of town Cahul. It has been established that by now on the territory of the Lower Prut Biosphere reserve, the most dangerous invasive species are:

*Abutilon theophrasti* Medik. (=*Sida abutilon* L.) – Pristolnic Teofrast. Annual ruderal and segetal plant. Flowers June-July, fructifies in July-September. Is native to Asia, specifically China and India. It has been introduced into Europe, particularly in southeastern Europe where it occurs as a weed of cultivated land, the Mediterranean region, the Middle East, and the Americas [5, 7]. On the territory of the reserve it was registered for the first time in 2000, on the margins of cultivated lands in the vicinity of the villages Valeni and Slobozia Mare. The species is one of the most noxious weeds in agricultural fields, causing serious economic damage due to major yield losses during the agricultural production of particularly maize.

*Acer negundo* L. (=*Negundo aceroides* Moench) – Boxelder maple. – Arțar negru. Invasive Tree. Flowers April-May, fructifies in June-July. Indigenous to east-central parts of North America, but now known in Europe and northern Asia, it is classified as invasive in North America too [6]. Unpretentious, drought-resistant, winter-hardy and able to grow even in places with high levels of radiation. Nothing grows after him or under his crown. On the territory of the biosphere reserve it is widespread in different habitats, along riverbanks, in the vicinity of the villages and even, sometimes, on the bottoms of the steppe hills.

*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle – Tree of heaven. – Cenuşer înalt. Tree of heaven is a short lived, fast-growing tree. Flowers July-August, fructifies in August-September. Tree of heaven is native of central Asia (China) more than 260 years ago. Since then, the species has spread over all continents except Antarctica and is naturalised across large areas of Europe. The plant is able to multiply very quickly by rhizomatous layering, forms thickets along ravines. It has no natural pests due to an unpleasant odor. Aggressively crowds out native plant species [2]. On the territory of the reserve it grows, mainly on abandoned lands and all along the railway from Cahul to Giurgiulesti.

*Ambrosia artemisiifolia* L. – Common ragweed. – *Venetică artemisifolie*. Annual ruderal and segetal plant. Flowers August-September, fructifies in September-October. Common ragweed, a native in North America, was introduced in Europe in 1863 [4]. Ragweed spreads along highways and railroad tracks. It is on the list of quarantine plants. It is known that Belarus was able to cope with this dangerous invader by using herbicides. On the studied area it is spread very wide.

*Conyza canadensis* (L.) Cronq. (=*Erigeron canadensis* L.) – Canadian horseweed. – Măturică canadiană. – Annual, or winter biennal, ruderal and segetal plant. Flowers June-August, fructifies in September-October. The species is native in North America, was introduced in Europe Asia and North Africa, as well as Australia and Japan. Erigeron canadensis is a field weed that is resistant to herbicides. Severely reduces soil fertility. Dry stems of this plant can damage the harvester in large quantities [9]. On the studied area it is spread widely on the cultivated and fallow fields.

*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. (=*Iva xantiifolia* Nutt.) – Venetic xantifoliu. Annual, or winter biennal, ruderal and segetal plant. Flowers August-September, fructifies in September-October. The species is native in North America, was introduced in other temperate regions. *Cyclachaena xanthiifolia* is a mostly ruderal weed. Severely reduces soil fertility [11]. On the studied area it is spread widely on the ruderal and fallow fields.

*Elaeagnus angustifolia* L. – Russian olive. – Sălcioară mirositoare. Russian olive is a long lived tree which grows rapidly. Flowers April-May, fructifies in August-September. The species is mainly distributed in subtropical regions of Asia, Europe and some parts of North America. This plant can tolerate and survive a wide variety of environmental conditions. The plant is able to multiply very quickly by seeds, forms thickets along ravines. Aggressively crowds out native plant species. On the territory of the reserve it grows, mainly on abandoned lands, hills and along the railway from Cahul to Giurgiulesti.

*Elodea canadensis* Michx. (=*Anacharis canadensis* (Michx) Planch.) – Mlăştiniţă canadiană. A perennial acvatic plant, originally a North-American species, was introduced to European continent in late 19$^{th}$ century, since then it has spread to many inland waters of the continent. The appearence of Elodea to the water environment, by reducing the availability of nutrients, changes the metabolism of the littoral plankton from bacteria up to higher plants [3]. On the studied area it is spread widely in the shallow waters of the Prut river and adjacent lakes.

*Galinsoga parviflora* Cav. (=*Adventita ciliata* Rafin., *Galinsoga quadriradiata* Ruiz et Pav.) – Small-flowered galinsoga. – Busuioacă parvifloră. Annual ruderal and segetal plant. Flowers June-September, fructifies in July-October. It is commonly found in disturbed habitats and agricultural areas (fields, vegetable gardens, flower beds) in many parts of the temperate and subtropical regions of the world [1]. The plant also can be found in uncultivated areas, wasteland, roadsides, and along railway lines. On the studied area it is spread widely on the cultivated and fallow fields.

*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dun. (=*Donia squarrosa* Pursh) – Curlycup gumweed. – Grindelie scvaroasă. Perennial ruderal plant. Flowers July-August, fructifies in September-October. Curlycup gumweed is a common weed originated from the central prairies of North America. Currently it can be found in many European countries and in Australia. It spreads along highways and railroads. On the studied area it is spread widely and can become aggressively invasive.

*Phalacroloma annuum* (L.) Dumort. (=*Aster annuus* L., *Erigeron annuus* (L.) Pers., *Stenactis annua* (L.) Cass.) – Falacrolomă anuală. The American species is known as an invasive alien plant in many parts of temperate Europe. It also seems to be widespread in some regions of Asia including many provinces of China [8]. Falacroloma is a field weed that severely reduces soil fertility. On the studied area it is spread widely on the cultivated and fallow fields.

*Xanthium californicum* Greene – Californian cocklebur. – Cornuţi californieni. Annual ruderal and segetal plant. Flowers July-August, fructifies in September-October. It grows on the banks of rivers and irrigation ditches, at the edges of the road, on rocky sediments and in the steppes. On the studied area it is spread widely on the cultivated and fallow fields all along from town Cahul up to vill. Giurgiuleshti.

*Xanthium spinosum* L. – Cocklebur spiny. – Holeră. Annual ruderal and segetal plant. Flowers July-September, fructifies in September-October. It grows along highways and railroad tracks. On the studied area it is spread widely on the cultivated and fallow fields in the southern parts of the territory.

## Conclusions

As a result of our study a list of 35 alien species of high vascular plants with invasive properties for the territory of the Lower Prut Biosphere reserve was compiled. Some of them (*Abutilon theophrasti, Acer negundo, Ailanthus altissima, Ambrosia artemisiifolia, Conyza canadensis, Cyclachaena xanthiifolia, Elaeagnus angustifolia, Elodea canadensis, Galinsoga parviflora, Grindelia squarrosa, Phalacroloma annuum, Xanthium californicum, Xanthium spinosum*) have increasingly negative effects on natural habitats as well as on agricultural fields.

It is planned to develop a wide list of ruderal, segetal and potentially invasive plant species of water, meadow and steppe habitats with subsequent discussion of the list with the administration of the reserve in order to manage their distribution in this area.

## Literature

1. Damalas, Ch. A. Distribution, biology, and agricultural importance of *Galinsoga parviflora* (Asteraceae). Weed Biology and Management, 2008, 8, pp. 147-153.
2. Enescu, C. M., Houston Durrant, T., Caudullo, G. *Ailanthus altissima* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T., Mauri, A. (Eds.), European Atlas of Forest Tree Species. Publ. Off. EU, Luxembourg, 2016. pp. 1-33.
3. Kornijów, R., Kairesalo, T. *Elodea canadensis* sustains rich environment for macroinvertebrates. Verh. Internat. Verein. Limnol. 1994, 25, pp. 2270-2275.
4. Kovačević, J., Groman E. (1964): Korov limundžik (*Ambrosia artemisiifolia* L.) u Jugoslaviji. Zaštita bilja, 1964, 77, 15, pp. 81-85.
5. Mahklouf, M. H., El-Ahamir Sh-Hoob, M. The first record of *Abutilon theophrasti* (Malvaceae) in the flora of Libya. Phytotaxa, 2019, 402, 5, pp. 259-264.
6. Merceron, N.R., Lamarque, L.J., Delzon, S., Porté, A.J. Killing it softly: girdling as an efficient eco-friendly method to locally remove invasive *Acer negundo*. Ecological Restoration, 2016, vol. 34, no. 4, pp. 297-305.
7. Spencer, N.R., Sankaran, T. & Delfosse, E.S. Prospects for biological control of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). In: E.S. Delfosse (ed.), Proc. of the VI Int. Symp. on Biological Control of Weeds, University of British Columbia, Vancouver, Canada, 19–25 August 1984. Department of Agriculture, Canada, pp. 167-175.
8. Sukhorukov, A. P. *Erigeron annuus* (Compositae) – a new record for the flora of Nepal. Newsletter of Himalayan Botany, 2015, 49, pp. 25-26.
9. Tilley D. Ecology and management of Canadian horseweed (*Conyza canadensis*). USDA, Plant Materials, 2012, 59, pp. 1-5.
10. Гейдеман Т. С. Определитель высших растений Молдавской ССР. Кишинев: Штиинца. Изд. 3. 1986. 687 с.
11. Никитин, Н.А. Пространственная организация популяций *Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen. в полосе отвода железных дорог // Самарский научный вестник. 2018, Т. 7, 4(25), сс. 93-97.
12. Определитель высших растений Украины. Киев, 1999. 467 с.
13. Флора Восточной Европы /Отв. ред. Н.Н.Цвелев. СПб.: Мир и семья-95, 1996. Т. 9. 456 с.; СПб.: Мир и семья; изд-во СПХФА, 2001. Т. 10. 670 с.; СПб.: Тов. научн. изданий КМК, 2004. Т. 11. 536 с.
14. Флора европейской части СССР /Отв. ред. Ан.А.Федоров. Л.: Наука, 1974. Т. 1. 404 с.; 1976. Т. 2. 236 с.; 1978. Т. 3. 259 с.; 1979. Т. 4. 355 с.; 1981. Т. 5. 380 с.; 1987. Т. 6. 254 с.; /Отв. ред. Н.Н. Цвелев. 1994. Т. 7. 317 с.; 1989. Т. 8. 412 с.
15. Черепанов С. К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). Санкт-Петербург, 1995. 990 с.


# ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТРОФИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА И ПРИЛЕГАЮЩЕГО УЧАСТКА ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ


***Наталья Ковалева, Владимир Мединец, Сергей Мединец***

*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова*

*пер. Маяковского, 7, Одесса 65082, Украина*

*Тел. +380487230120 e-mail: n.kovaleva@onu.edu.ua*


## Введение

Одним из проявлений негативных последствий антропогенного воздействия на экосистемы лиманов Причерноморья является их прогрессирующая эвтрофикация [1]. Наличие и интенсивность развития этого процесса в водоемах оценивается как по отдельным простым показателям эвтрофикации (хлорофилл *a*, бактериопланктон, концентрации азота и фосфора) [2,3], так и с использованием комплексных трофических индексов. Применение индекса TRIX [4], который определяется по четырем параметрам (концентрация хлорофилла *a*, относительное содержание кислорода (% насыщения), концентрация общего азота и фосфора, позволяет сравнивать по степени эвтрофикации морские и эстуарные воды, а также различные морские акватории. Применение комплексного трофического индекса наиболее оправдано в условиях смешения морских и пресных вод, что характерно для исследованной нами акватории. Как известно [5] водообмен Днестровского лимана с морем является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на экологическое состояние лимана и примыкающей к лиману прибрежной части Черного моря.

Целью данной работы является комплексная оценка трофического состояния Днестровского лимана в летний период 2006-2021 гг. и его влияние на трофический статус вод прибрежной части Черного моря в районе Цареградского гирла.

## Материал и методы

Использованы материалы ежемесячных экспедиций 2006-2021 гг., проведенных специалистами Регионального центра интегрального мониторинга и экологических исследований Одесского национального университета имени И.И. Мечникова в соответствии с методологией Водной Рамочной Директивы ЕС [6-9]. Программа наблюдений в Днестровском лимане и на морском взморье выполнялась по сетке станций, приведенной в работе [10, 11] и включала в себя физико-химические, гидробиологические и микробиологические исследования водной среды. Всего в 2006-2021 гг. отобрано и проанализировано 647 проб воды в Днестровском лимане и 30 в придельтовом районе Черного моря, в которых определялась концентрация хлорофилла *a*, общего азота и фосфора, численность бактериопланктона и другие характеристики. Для отбора проб и определения физико-химических характеристик водной среды применялись методы описанные нами ранее в работах [6-11]. Для оценки трофического статуса вод использовался индекс TRIX [4], интервал значений которого от 1 до 10, включает трофический диапазон от олиготрофных до гипертрофных вод. Кроме этого, нами применялась шкала OECD определения трофического статуса озер по содержанию хлорофилла *a* [2], и национальная классификация качества вод суши, в которой используется показатель численности бактериопланктона [3].

## Результаты и обсуждение

Анализ полученных в экспедициях 2006-2021 гг. экспериментальных данных показал, что содержание хлорофилла *a* в летний период 2006-2021 гг. в акватории Днестровского лимана (рис. 1) изменялось в диапазоне 2,50-211,06 мкг/л, который в соответствии с классификацией OECD [2] охватывает три категории трофности вод: мезотрофные (2,5-8,0 мкг/л), эвтрофные (5,0-25,0 мкг/л) и гипертрофные (>25 мкг/л). При этом количество образцов воды отнесенных к вышеназванным категориям составляло 17%, 35 % и 48 % от общего числа всех проб (647) соответственно (табл. 1, 2).

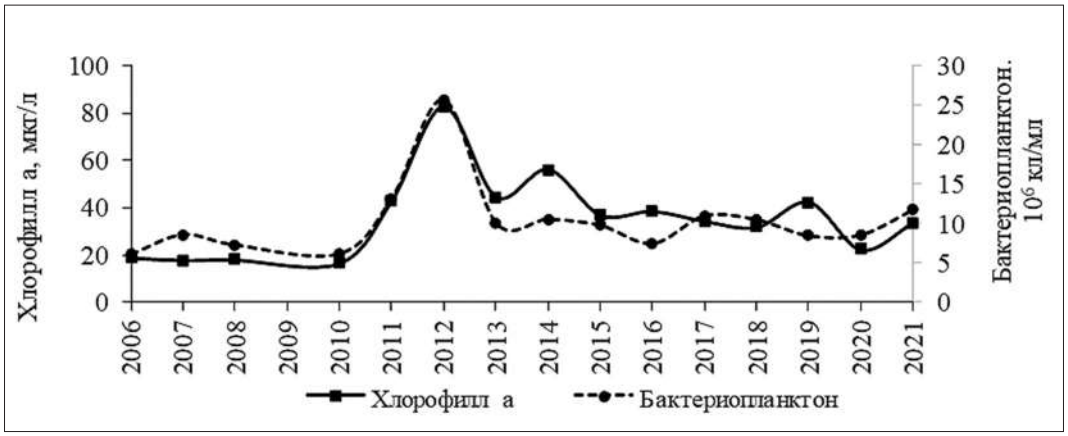



**Рис. 1.** Динамика хлорофилла *a* и бактериопланктона в Днестровском лимане в летний период 2006-2021 гг.

**Таблица 1. Средние значения и стандартные отклонения показателей качества вод лимана и моря в районе Цареградского гирла в летний период 2006-2021 гг.**

| Годы | Хлорофилл, мкг/л | | Бактериопланктон,$10^6$ кл/мл | | TRIX | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | лиман | море | лиман | море | лиман | море |
| 2006-2010 | 16,53±13,28 | 13,33±18,20 | 6,00±2,92 | 5,37± 4,72 | 6,8±0,7 | 5,7±1,0 |
| 2011-2015 | 54,00±35,91 | 28,06±31,93 | 14,11±8,32 | 9,52±9,47 | 8,0±0,5 | 7,2±1,1 |
| 2016-2021 | 46,38±38,97 | 10,00±7,76 | 10,03±4,53 | 5,15±2,50 | 8,0±0,6 | 6,8±0,6 |

**Таблица 2. Количество исследованных образцов воды (%) в Днестровском лимане и в море (поверхность/водная толща) с разным трофическим статусом по оценке различных показателей эвтрофикации в 2006-2021 гг.**

| Трофность вод | Хлорофилл *a* | | Бактериопланктон | | TRIX | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | лиман | море | лиман | море | лиман | море |
| Мезотрофные | 17 | 47 (20/74) | 3 | 23 (20/27) | 1 | 13 (13/13) |
| Эвтрофные, политрофные | 35 | 30 (47/13) | 63 | 57 (53/60) | 6 | 17 (13/33) |
| Гипертрофные | 48 | 23 (33/13) | 34 | 20 (27/13) | 93 | 70 (74/54) |

Средние значения хлорофилла *a* для всей акватории Днестровского лимана в летний период 2006-2010 гг. соответствовали эвтрофному статусу вод, а начиная с 2011 по 2021 гг. концентрации хлорофилла увеличились и указывали на гипертрофный статус вод. При этом максимальное содержание хлорофилла определялось в период 2011-2015 гг. В морских водах у Цареградского гирла концентрации хлорофилла *a* изменялись в пределах 0,99-101,54 мкг/л и большинство образцов воды (47 %) свидетельствовало о мезотрофном статусе вод, что на 30 % превышает количество проб данной категории трофности в лимане. Однако для морской акватории характерно вертикальное расслоение вод, при котором средняя концентрация хлорофилла *a* на поверхности (22,80 мкг/л) была в два раза выше, чем на глубинах 2,6-7,0 м (11,02 мкг/л). В этой связи мезотрофный статус вод был наиболее характерен (67%) для нижних слоев воды, а на поверхности, под влиянием пресноводного стока уровень трофности в большинстве наблюдений возрастал до эвтрофного (47% ) и гипертрофного (33%) статуса. Гипертрофный уровень прибрежных морских вод в основном совпадал с периодом максимальной эвтрофикации вод лимана (2011-2014 гг.), что подтверждает положительный коэффициент корреляции (r=0,64), между средними концентрациями хлорофилла *a* в лимане и в море.

Численность бактериопланктона в Днестровском лимане (рис. 1) изменялась от $0{,}92 \cdot 10^6$ кл/мл до $42{,}22 \cdot 10^6$ кл/мл, что согласно классификации [3] охватывает четыре категории трофности вод: мезотрофные ($0{,}5\text{-}2{,}5 \cdot 10^6$ кл/мл), эвтрофные ($2{,}6\text{-}7{,}0 \cdot 10^6$ кл/мл), политрофные ($7{,}1\text{-}10{,}0 \cdot 10^6$ кл/мл) и гипертрофные ($>10 \cdot 10^6$ кл/мл). Количество образцов воды, отнесенных к указанным категориям составляло соответственно 3%, 42%, 21% и 34% от общей численности проб. Средние значения численности бактериопланктона для всей акватории Днестровского лимана в летний период 2006-2010 гг. соответствовали эвтрофному и политрофному статусу вод, а начиная с 2011 г. по 2014 г., а также в 2017-2018 гг. и в 2021 г. достигали уровня гипертрофных вод. Небольшое снижение численности бактерий до значений характерных для политрофных вод наблюдалось в 2015-2016 гг. и 2019-2020 гг. Надо отметить, что межгодовые изменения численности бактериопланктона в лимане хорошо согласовывались с колебаниями хлорофилла *a*, о чем свидетельствует положительный коэффициент корреляции r=0,85 между этими параметрами. Численность бактериопланктона в прибрежных морских водах изменялась в пределах $(0{,}60\text{-}30{,}83) \cdot 10^6$ кл/мл и большая часть образцов воды (57%) свидетельствовала об эвтрофном и политрофном статусе вод, что всего на 6% меньше, чем в лимане. Так же как для хлорофилла *a*, для бактерий была характерна повышенная в 1,7 раз численность в поверхностном слое вод по сравнению с водной толщей. При этом 27 % образцов поверхностных вод соответствовало гипертрофному статусу, а в придонных водах мезотрофному статусу. Влияние вод лимана на количественные характеристики бактериопланктона в прибрежных водах моря подтверждает высокий положительный коэффициент корреляции (r=0,80) между средними значениями численности бактерий в лимане и море.

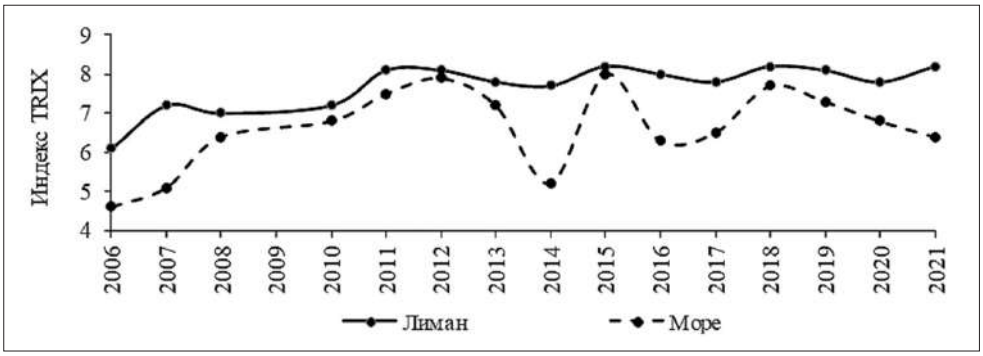



**Рис. 2.** Изменения индекса TRIX в Днестровском лимане и придельтовом районе Черного моря в летний период 2006-2021 гг.

Анализ значений трофического индекса TRIX в Днестровском лимане (рис. 2) показал, что он изменялся в диапазоне от 4,9 до 9,2, что в соот-

ветствии с классификацией морских вод и эстуариев [4], охватывает три категории трофности вод: мезотрофные (4-5), эвтрофные (5,6) и гипертрофные (6-10).

Однако подавляющее большинство образцов вод лимана (93 %) относилось к самому высокому гипертрофному уровню. В этой связи средние значения индекса TRIX для всего лимана на протяжении всех лет исследований также свидетельствовали о гипертрофном статусе вод. При этом надо отметить, что в период 2006-2010 гг. средние значения индекса колебались в диапазоне 6,1-7,2 и были ниже, чем во все последующие годы, когда диапазон значений составлял 7,7-8,2. Значения индекса TRIX в прибрежных водах моря у Цареградского гирла изменялись от 4,4 до 8,4 и количество образцов воды отнесенных к категориям мезотрофные, эвтрофные и гипертрофные воды составляло 13%, 17% и 70% соответственно. При этом категория мезотрофных вод в море определялась на 12 % чаще, чем в лимане. Наивысшие значения индексов TRIX в море (7,9-8,4) определены в 2012 и 2015 гг. когда эвтрофикация лимана по показателям хлорофилла *a* и бактериопланктона также достигала наивысшего уровня. Между средними значения индекса TRIX в лимане и море наблюдалась тесная корреляционная связь с коэффициентом корреляции r=0,73. Кроме зависимости от уровня эвтрофикации лимана на состояние прибрежных вод моря оказывают влияние количественные изменения попадающих в море пресных вод.

Показателем наличия трансформированных вод лимана в море является соленость, колебания которой в прибрежье у Цареградского гирла лимана в зависимости от гидрометеорологической ситуации составляли 0,27‰-19,40‰. При анализе изменений солености и значений контролированных показателей трофности морских вод, получены высокие коэффициенты корреляции (табл. 3), которые составляли: для хлорофилла (r=-0,65), для бактериопланктона (r=-0,68) и для TRIX ( r=-0,51). Надо отметить, что приведенные выше коэффициенты корреляции получены при анализе поверхностного слоя вод, где преимущественно находятся трансформированные воды лимана. Для водной толщи коэффициенты корреляции были значительно ниже, чем на поверхности и, следовательно, влияние пресного стока на глубинах 2,5-7 м было меньшим. Анализ изменений трофности морских вод при колебаниях солености (табл. 4) показал, что в диапазоне минимальной солености (0,3-2,1‰) все контролируемые показатели соответствовали категории гипертрофных вод. При максимальной солености (14,4-19,4‰), значения хлорофилла *a* и бактериопланктона указывали на мезотрофный статус, а показания индекса TRIX находились на границе мезотрофных и эвтрофных вод (5,1±0,2), что соответствует фоновому значению для северо-западной части Черного моря [12]. Снижение солености до 12,5-14,0 ‰ приводило к возрастанию концентраций хлорофилла *a* в 5 раз, а численности бактериопланктона в 2,5 раза и значения этих показателей указывали на эвтрофный статус вод. Трофический индекс TRIX в этих условиях достигал значения 6,4±1,4, которое соответствует гипертрофному статусу морских вод.

**Таблица 3. Коэффициенты корреляции между соленостью и показателями трофического состояния морских вод в районе Цареградского гирла.**

| Водный слой | Хлорофилл, мкг/л | Бактериопланктон, $10^6$ кл/мл | TRIX |
|---|---|---|---|
| Поверхность (0,5 м) | -0,65 | -0,68 | -0,51 |
| Толща (2,5-7,0 м) | -0,44 | -0,26 | -0,13 |

**Таблица 4. Средние значения и стандартные отклонения показателей качества поверхностных вод моря в районе Цареградского гирла Днестровского лимана при различной солености.**

| Соленость, ‰ | Хлорофилл *a*, мкг/л | Бактериопланктон, $10^6$ кл/мл | TRIX |
|---|---|---|---|
| 0,3-2,1 | 52,07±44,57 | 17,20±11,83 | 7,0±0,7 |
| 6,5-6,7 | 28,85±10,30 | 9,93±1,53 | 7,7±0,9 |
| 8,1-10,8 | 18,86±10,43 | 6,11±2,24 | 7,0±0,4 |
| 12,5-14,0 | 9,74±6,02 | 4,76±3,11 | 6,4±1,4 |
| 14,4-19,4 | 1,82±0,31 | 1,87±0,27 | 5,1±0,2 |

## Выводы

В заключение можно сделать вывод, что результаты оценки трофического статуса вод Днестровского лимана разными методами практически совпадают и свидетельствуют об увеличении его трофического статуса от эвтрофного в 2006-2010 гг. до гипертрофного в 2011-2021 гг. Наивысший уровень эвтрофикации вод лимана определен в летний период 2011-2015 гг. Состояние прибрежных вод моря в районе Цареградского гирла изменялось от мезотрофного до гипертрофного статуса в зависимости от уровня эвтрофикации лимана и интенсивности его водообмена с морем. Получены высокие положительные коэффициенты корреляции между значениями хлорофилла *a* (r=0,64), бактериопланктона (r=0,81) и индекса TRIX (r=0,73) в лимане и море. Мезотрофный статус морских вод определялся в условиях минимального стока пресных вод при солености 14,4-19,4‰. Гипертрофный уровень морских вод по всем показателя определялся при солености <8,0‰.

## Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам Регионального центра интегрированного мониторинга ОНУ им. И.И. Мечникова за помощь в отборе образцов воды для исследования и проведении сопутствующих наблюдений.

## Литература

1. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції “ Лимани північно-західного Причорномор’я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення ”. – Одеса: ОДЕКУ, 2012. – 160 с.
2. OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development). Eutrophication of Waters, Monitoring, Asessment and Control. Paris, OECD, 1982.
3. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. В.Д. Романенко, В.М. Жукинский, О.П. Оксіюк, та ін., – К.: СИМВОЛ-Т, 1998. – 28 с.
4. Vollenweider R.A. Characterization of the trophic conditions of marine coastal waters with special reference to the NW Adriatic sea: proposal for a trophic scale, turbidity and generalized water quality index/ Vollenweider R.A., Giovanardi F., Montanari G., Rinaldi A// Environmetrics. – 1998. – № 9. – P. 329-357.
5. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов/Л.А. Сиренко, Н.Ю. Евтушенко, Ф. Комаровский и др.; Отв. ред. Брагинский Л.П. Киев: Наук.думка, 1992. 356 с.
6. Ковальова Н.В., Медінець В.І., Конарева О.П., Снігірьов С.М., Медінець С.В., Солтис І.Е. Гідроекологічний дослідницький моніторинг басейну Нижнього Дністра: Наук. зап. Тепноп. нац. пед. ун-ту ім. В.Гнатюка. Сер. Біол., Спец. вип.: Гідроекологія. – 2010. – № 3(44). – С. 113-116. ISSN 2078-2357.
7. Ковалева Н.В., Мединец В.И. Оценка современного состояния вод Днестровского лимана с использованием трофических индексов TSI и TRIX. ./ Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор’я: актуальні гідро екологічні проблеми та шляхи їх вирішення», 12-14 вересня 2012 р., Одеса:Одеський державний екологічний університет, 2012. – с. 94-97.
8. Ковальова Н. В., Медінець В. І., Медінець С. В. Трофічний стан вод Дністровського лиману в літні періоди 2012-2017 рр.//XXI Міжн. наук.-практ. конф. «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта – наука – виробництво – 2018»: Тез. доп., Харків, 18-20 квітня 2018 року. – С. 103-106.
9. Ковалева Н.В., Мединец В.И., Мединец С.В. Качество и трофический статус водных объектов дельты Днестра в 2006-2018 гг./Мат. Всеукр. наук.-практ. конф. «Річки та лимани Причорномор’я на почастку XXI сторіччя» ОДЕКУ. – Одеса: ТКС, 2019. – С. 85-87.
10. Ковальова Н.В., Медінець В.І., Медінець С.В. Особливості довгострокових змін чисельності бактеріопланктону Дністровського лиману в 2003-2018 рр. *Гідробіол. журн.,* 2020. Т. 56, №5, С. 42-51. http://www.hydrobiolog.com.ua
11. Kovalova N., Medinets V., Medinets S. Peculiarities of Long-Term Changes in Bacterioplankton Numbers in the Dniester Liman/ Hydrobiological Journal, 2021, Vol 57, No 1. P. 27-36. ISSN 0018-8166.
12. Ковальова Н.В., Медінець В.І. Інтегральна оцінка якості морських прибережних вод острова Зміїний / Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. – 2015. – № 3-4 (64). – С. 317-320.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА, ПОЧВЫ И КОЛИЧЕСТВА ВЫПАВШИХ ОСАДКОВ НА ПОЧВЕННЫЕ ВЛАГОЗАПАСЫ СЛОБОДЗЕЙСКОГО РАЙОНА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ

***[1]В.В. Кольвенко, [2]Н.Г. Леонова, [3]Л.А. Ершов, [3]Д.И. Грибиненко, [3]М.С. Тельпиз, [3]М.В. Черней, [3]А.С. Кукина***

*[1]ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр»*
*3300, Тирасполь, ул. Луначарского 1/1, kolvenko@mail.ru*
*[2]Приднестровский госуниверситет*
*[3]Бендерский теоретический лицей имени Л.С. Берга*

## Введение

Слободзейский район является житницей Приднестровья. Однако он наиболее засушлив в республике [1, с. 37]. От состояния влагозапасов в почве зависит сельскохозяйственная безопасность. Сможем ли мы в дальнейшем без искусственного полива успешно выращивать озимые, какая урожайность будет у подсолнечника, других важных культур? Этим определяется актуальность нашей работы. На состояние влагозапасов в почве решающее влияние оказывают такие показатели как температура воздуха, температура почвы по глубинам, количество осадков и другие.

Исследование температуры почвы по различным горизонтам в нашей республике уже проводилось ранее и показало рост температуры почвы по всем слоям до глубины 3,2 м [2, с. 46]. Также проводилось исследование состояния влагозапасов почвы в метровом слое. Выяснилось, что на фоне роста температуры воздуха и осадков отмечено падение влагозапасов почвы в метровом слое с 2000 г. по 2016 г. на 20 мм. Увеличение осадков за исследуемый период не компенсирует рост температуры и не способствует увеличению влагозапасов в метровом слое почвы [3, с. 39].

Настоящее исследование призвано выяснить, какие изменения этих параметров произошли за последние 30 лет, какие тенденции наметились.

Кроме того, детально по культурам исследование состояния влагозапасов в метровом и пахотном слое почвы не проводилось. Озимая пшеница и подсолнечник по-разному потребляют влагу, это связано с временными особенностями их возделывания, разными типами корневой системы и другими факторами.

## Материалы и методы

В настоящей работе использованы многолетние наблюдения за температурой воздуха, температурой почвы и состоянием влагозапасов в метровом слое почвы, по данным «Гидрометцентра» Приднестровья» [4].

Исследование проведены в пахотном слое почвы 0-20 см и в метровом 0-100 см слое под озимыми культурами и подсолнечником на постоянных участках. Именно под этими культурами имеются наиболее длительные ряды наблюдений с 1992 года по настоящее время.

Оценка запасов продуктивной влаги производится согласно таблице 1 [5, с.151].

**Таблица 1. Оценка запасов продуктивной влаги**

| Мощность слоя почвы, см | Запасы воды, мм | Качественная оценка запасов воды |
|---|---|---|
| 0…20 | Более 40 | Хорошие |
| | 40…20 | Удовлетворительные |
| | Менее 20 | Неудовлетворительные |
| 0…100 | Более 160 | Очень хорошие |
| | 160…130 | Хорошие |
| | 130…90 | Удовлетворительные |
| | 90…60 | Плохие |
| | Менее 60 | Очень плохие |

Анализ влияния рассматриваемых факторов на влагозапасы проведен на основе коэффициентов корреляции и детерминации. Расчёты для построения эконометрических моделей и их анализа проводились с помощью ПО Excel с использованием надстройки «Анализ данных» и инструмента «Регрессия» [6, 7].

## Результаты и их обсуждение

По полученным многолетним рядам наблюдений были произведены оценки многолетнего состояния влагозапасов почвы с учетом изменения температуры воздуха, почвы и количества выпадения осадков за исследуемый период.

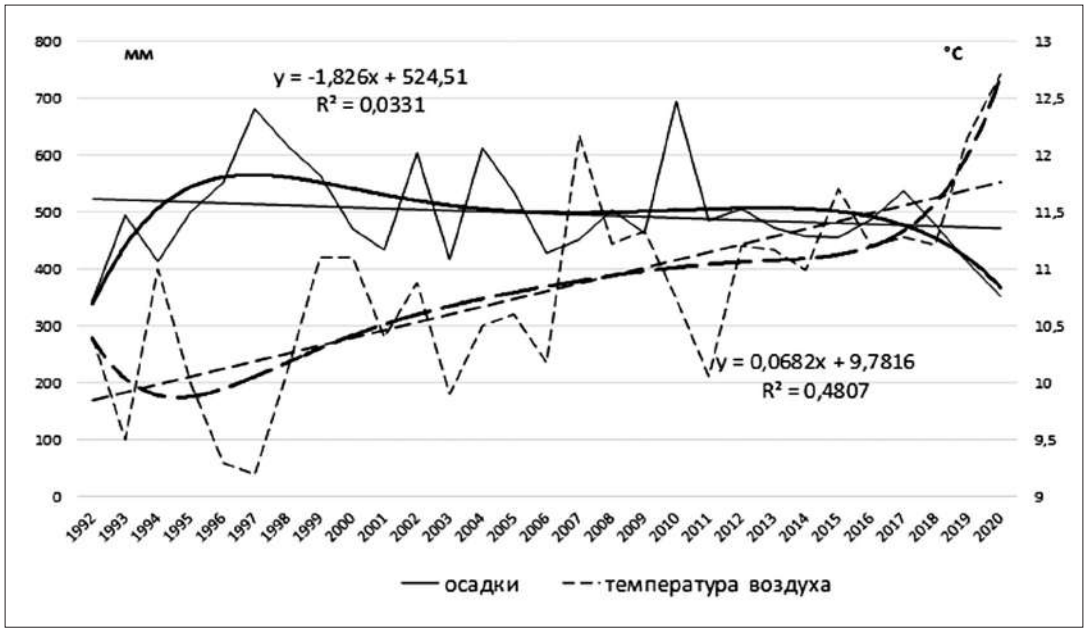



**Рис. 1.** Изменение среднемноголетних годовых показателей температуры воздуха и количества выпавших осадков по данным метеорологической станции Тирасполь с 1992 года по 2020 год.

По данным рисунка 1 видно, что за исследуемый период с 1992 г. по 2020 г. наблюдался рост температуры воздуха и уменьшение годового количества осадков. За 29 лет осадки снизились на 53 мм – от значения 525 мм до 496 мм. При этом средняя температура возросла на 2°С, от значения 9,8 °С до значения 11,8°С.

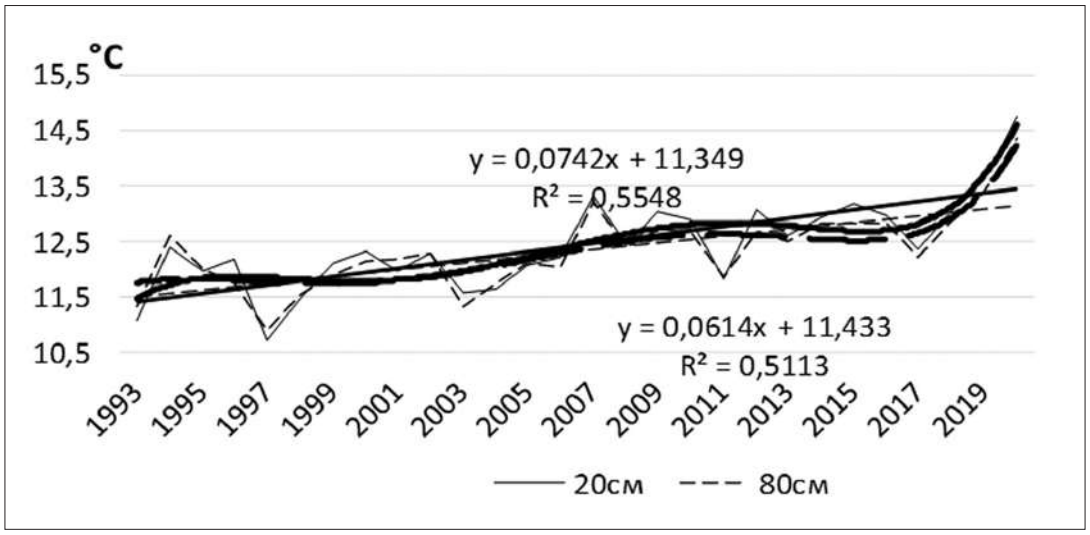



**Рис. 2.** Изменение среднемноголетней годовой температуры почвы с 1993 по 2020 гг. на глубинах 20 см и 80 см, по данным метеорологической станции Тирасполь.

По данным рисунка 2, за 28 лет температура почвы в пахотном слое на глубине 20 см выросла на 2,1 °С – от значения 11,3°С до значения 13,4°С, на глубине 80 см на 1,72 °С от значения 11,4°С до значения 13,1°С.

Таким образом, температуры воздуха и почвы росли, а годовое количество осадков за исследуемый период уменьшалось.

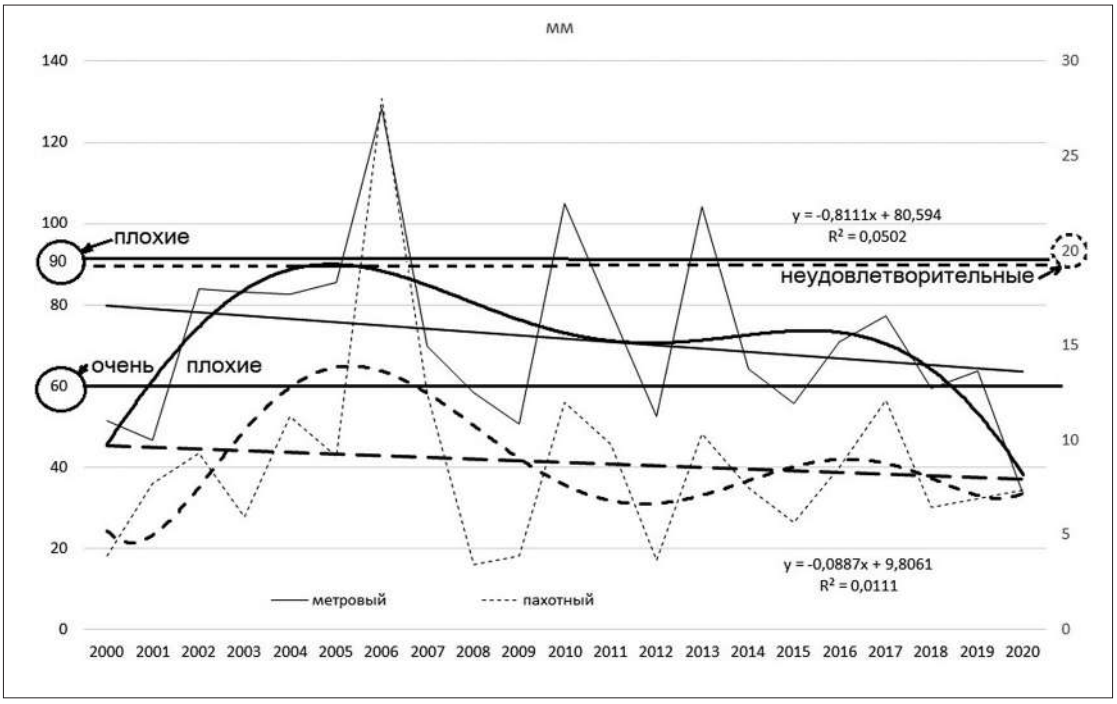



**Рис. 3.** Изменение среднемноголетнего годового количества влагозапасов почвы в метровом слое (0-100 см) и в пахотном слое (0-20см) с мая по август под подсолнечником, по данным метеостанции Тирасполь с 2000 года по 2020 год.

На рисунке 3 представлены обобщенные данные (с мая по август) по динамике изменения среднемноголетних годовых влагозапасов почвы с 2000 года по 2020 год в пахотном и метровом слое под подсолнечником. В метровом слое за 21 год влагозапасы уменьшились на 17,03 мм – от 80,59 мм до 63,56 мм, в диапазоне от плохих до очень плохих, согласно критериям таблицы 1. В пахотном слое за 21 год влагозапасы уменьшились на 1,86 мм от 11,66 мм до 9,8 мм, при этом данные значения соответствуют уровню «**неудовлетворительные»,** согласно критериям таблицы 1.

## Статистика

Влагозапасы были оценены в пахотном слое 0-20 см. ($y_1$, мм) и слое почвы 0-100 см ($y_2$, мм). Среди факторов, влияющих на влагозапасы под посевами подсолнечника, были выделены следующие:

$x_{11}$ – годовая температура почвы на уровне 0,20 м (в градусах);

$x_{12}$ – годовая температура почвы на уровне 0,80 м (в градусах);

$x_{13}$ – годовая температура почвы на уровне 1,20 м (в градусах);

$x_{21}$ – суммарные осадки за период май-август (в мм);

$x_{22}$ – средние осадки за период май-август (в мм);

$x_{31}$ – среднемесячная температура воздуха за период май-август (в градусах);

$x_{32}$ – годовая температура воздуха (в градусах).

Для определения статистики значимых коэффициентов вышеуказанных факторов была найдена матрица парных коэффициентов корреляции $r_{x_i x_j}$ (таблица 2). По таблице Фишера-Йейтса определяли критическое значение коэффициента $r_{кр}$ = 0,433 для уровня значимости $\alpha$ = 0,05 . Выборочные парные коэффициенты корреляции, абсолютная величина которых больше критического значения, не случайно отличаются от нуля и статистически значимы.

**Таблица 2. Матрица парных коэффициентов корреляции $r_{x_i x_j}$**

| | $y_1$ | $y_2$ | $x_{11}$ | $x_{12}$ | $x_{13}$ | $x_{21}$ | $x_{22}$ | $x_{31}$ | $x_{32}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $y_1$ | 1 | | | | | | | | |
| $y_1$ | 0,828 | 1 | | | | | | | |
| $x_{11}$ | -0,183 | -0,414 | 1 | | | | | | |
| $x_{12}$ | -0,173 | -0,423 | 0,982 | 1 | | | | | |
| $x_{13}$ | -0,118 | -0,391 | 0,965 | 0,995 | 1 | | | | |
| $x_{21}$ | 0,214 | 0,490 | -0,381 | -0,315 | -0,315 | 1 | | | |
| $x_{22}$ | 0,214 | 0,490 | -0,381 | -0,315 | -0,315 | 1 | 1 | | |
| $x_{31}$ | -0,237 | -0,262 | 0,569 | 0,512 | 0,501 | -0,504 | -0,504 | 1 | |
| $x_{32}$ | -0,292 | -0,499 | 0,902 | 0,909 | 0,886 | -0,320 | -0,320 | 0,509 | 1 |

Полученные коэффициенты корреляции между факторами $y_2$, $x_{11}$, $x_{12}$, $x_{21}$, $x_{22}$, $x_{32}$ в слое 0-100 см свидетельствуют об их статистической значимости. Это означает, что на уровень влагозапасов под посевами подсолнечника в слое почвы 0-100 см ($y_2$) влияют следующие факторы: годовая температура почвы на уровне 0,2 м. ($x_{11}$, в градусах) и на уровне 0,8 м ($x_{12}$, в градусах); осадки суммарные ($x_{21}$, мм) и средние ($x_{22,}$мм) за период май-август; годовая температура воздуха ($x_{32}$, в градусах). Следует заметить, что факторы $x_{21}$, $x_{22}$ прямо коррелируют с уровнем влагозапасов, а факторы $x_{11}$, $x_{12}$, $x_{13}$, $x_{31}$, $x_{32}$ – обратно. Т.е. повышение температуры воздуха и почвы на глубине 0,2 м, 0,8 м и 1,2 м приводят к понижению влагозапасов почвы под посевами подсолнечника в слое почвы до 1 метра. Суммарные и средние осадки за период май-август приводят к повышению влагозапасов почвы под посевами подсолнечника в метровом слое почвы.

## Выводы

1. Температура воздуха и почвы росла, а годовое количество осадков уменьшилось за исследуемый период.
2. Повышение температуры почвы на глубине 0,2 м, 0,8 м и 1,2 м и годовой температуры воздуха достоверно привели к понижению влагозапасов почвы под посевами подсолнечника в слое почвы до 1 метра.
3. За исследуемый период с 2000 по 2020 гг., лишь только в 2006 году влагозапасы в пахотном слое под подсолнечником соответствовали значению «удовлетворительно», в остальные годы уровень влагозапасов соответствовал засушливым и сухим годам. Данные факты свидетельствуют о необходимости развития поливного земледелия с целью получения стабильных урожаев в нашем сельском хозяйстве. Необходимо также применять комплекс мер, направленных на влагосбережение – восстановление лесопосадок, применение влагосберегающих технологий, использование семян засухоустойчивых сортов.

## Список литературы


1. Лассе Г.Ф. Климат Молдавской ССР, Л.: Гидрометиздат, 1978. – С. 42.
2. Кольвенко В.В. Исследование температуры почвы с 0,2 м до 3,2 м по данным метеостанции г. Тирасполь за последние 20 лет // Сб. научных статей «Продовольственная и пищевая безопасность Приднестровья» / Мат. респ. научно-практич. конф. 30 нояб 2017г.– С.46.
3. Кольвенко В.В., Ершов Л.А., Баца Т.А., Никашкин А.В., «Влияние изменения температуры воздуха и осадков на почвенные влагозапасы юга Приднестровья за последние 15 лет» // Сб. научн. ст. «Продовольственная и пищевая безопасность Приднестровья». Мат. респ. научно-практ. конф. 30 нояб. 2017г., Тирасполь: Изд-во Приднестровск. ун-та, 2018. – С.39.
4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам выпуск 11 агрометеорологические наблюдения на станциях и постах / Часть I Основные агрометеорологические наблюдения. М.: Росгидромет, 2000.
5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986.– С. 151.
6. Практикум по эконометрике: Учеб. пособие / Под ред. И.И. Елисеевой. – М.: Финансы и статистика, 2003.– 192 с.
7. Экономико-математические методы и модели. Под редакцией В.В. Федосеева В.В. – М.: ЮНИТИ, 1999.– 388 с.

# WEPP MODEL AS A TOOL FOR ASSESSNING THE SOIL LOSS AND SEDIMENT DEPOSITION IN A RIVER BASIN

***Roman Corobov[1], Ghennadi Syrodoev[1,2], Ilya Trombitsky[1]***
*[1]Eco-Tiras International Association of River Keepers, 11a, Teatrala Str., Chisinau, 2012, Moldova, e-mail: ecotiras@mail.ru*
*[2]Institute of Ecology and Geography, 1, Academia Str., Chisinau, 2028, Moldova, e-mail: syrodoev_g@rambler.ru*

## 1. Introduction

Environmental and economic problems generated by soil erosion became a global phenomenon being considered as one of the most significant processes related to surface hydrology. Modeling and quantification of soil loss and sedimentation, caused by erosion, are a permanent challenge in natural resources and environmental planning that needs a comprehensive understanding and assessment, On the way to solving this task the different process-based models are becoming popular. One of such models, the *Water Erosion Prediction Project* model (usually referred as WEPP) is used in the presented study.

In contrast to the previous empirical model approaches, WEPP is the results of erosion process researches in the USA, aimed to develop a process-based soil erosion model [4]. This complex model incorporates the fundamentals of hydrologic and erosion science to predict average surface runoff, soil loss, sediment delivery and deposition over a range of timescales from months to year. The first brief presentation of WEPP in Moldova was made by the authors in [2]. Therefore, in the current introduction only some additional, the most fundamental provisions are added.

At the time of WEPP public delivery in 1995, its software was written in FORTRAN and rudimentary DOS-based interface in the *C* language [5]. However, since that time the model has been improved continuously, and in the late 1990s there were initially created GIS-linked and then web-based model applications. Now WEPP has a number of customized interfaces, developed for numerous applications, capable to describe given erosion concerns in great details [7]. The first geospatial interface to the model was GeoWEPP [9, 10], originally developed as an ArcView 3.2 extension, and then updated to function within the ArcGIS 9 system [7]. GeoWEPP allows a user to access and import commonly available topographic, soils, and land use/land cover (LULC) data layers to preprocess model input and conduct WEPP model scenario simulations [e.g, 1, 3, 8, 12]. The linkage of environmental assessment tools and GIS, with their capability to handle geo-spatial information in preparing input parameters for sediments and erosion modeling at various spatial and temporal scales is very effective [6].

However, although the WEPP can be used by anyone, regardless of past modeling experience, its Windows and GIS software are best for advanced users who have experience in resource planning and modeling. This article aims to demonstrate the WEPP simulation of these processes on the example of the Baltata River, considered this example as a case study.

## 2. Methods

### *2.1. Basic provisions*

The WEPP model uses physically-based equations to describe hydrological and sediment generation, and transport processes at the hillslope and in-stream scales, linking the hillslope profiles to the channel network. A detailed description of these processes is available in a number of works [e.g., 4, 5, 6, 7]; here we are restricting ourselves to presenting only those details, which are necessary to substantiate actions being carried out.

In the WEPP simulation procedure two fundamental tasks are implemented: *runoff modeling* and *erosion/transport modeling,* linking the profiles of hillslope (also understood in this model as a small watershed, or sub-catchments) to the river channel network. Such runoff modeling on hillslopes is required to obtain water infiltration and surface runoff's volumes, which are a driving force in the soil detachment by flowing water in rills and channels. The erosion processes are limited to sheet and rill erosions, and erosion occurring in channels due to hydraulic shear. Thus, all three stages of soil erosion (detachment, transport and deposition) are quantified, using the rill–inter-rill concept of describing sediment detachment [4].

As for *sediments simulating*, the WEPP provides two alternatives: *Watershed Method* and *Flowpath Method* [7].

The *Watershed Method* considers each hillslope in the subcatchment, determines its representative profile and assigns one dominant soil and one dominant landuse for it. The representative profile is based on profiles of all flow paths in the hillslope that are aggregated to create a profile best representing this hillslope as a whole. The WEPP simulation runs on each hillslope, and the results are compiled, thus representing total amount of sediments at a hillslope's outlet point, or from the entire study area. Therefore, this method is also called the *offsite assessment*. The *Flowpath Method,* also called the *onsite assessment,* concentrates on each flow path within the subcatchment, showing the *soil loss* for each portion of the watershed, thus retaining and demonstrating the diversity of the study area. In other words, if the *offsite assessment* identifies which hillslopes are the problem areas in the study area, then the *onsite assessment* shows which portions of a particular area are main contributors to erosion.

In this study both methods were employed for simulating soil loss and sediment yield in the Baltata watershed.

Generally, GeoWEPP generates a river channel network and its watershed based on a Digital Elevation Model (DEM) and an outlet point. Directly, the DEM based watershed simulation includes four essential steps that provide topographical input parameters for WEPP application [7, 10]:

- Import of a DEM and its preprocessing for the WEPP database scale;
- Channel and watershed delineation and discretization for modeling scale;
- Input of the model's parameters and model run for the prediction scale;
- Mapping model results and post-processing for the assessment scale.

In this sequence the DEM is mandatory because it is used to delineate the channel network, determine the sub-catchments in the selected watershed, and generate the hill slopes information for WEPP running. Concurrently, all input data needs to be prepared into UTMs coordinates and converted into ASCII files. After the DEM ASCII files preparation stage has been completed, WEPP simulations can start.

### *2.2. Study area*

As an area for the demonstration of two methods of WEPP modeling soil loss and sediment yield in a river watershed, the Recea River was chosen. This small river is a right tributary of the Baltata River, closest to its mouth (Fig. 1). Therefore, the sediments formed here almost completely fall into the Dniester. This factor was decisive in choosing this tributary as a case study both in terms of this Conference' tasks and the activities of the Project within which this research was carried out (see *Acknowledgment*). The Recea length is 5874 m, its catchment area – about 2376 ha.

**Fig. 1.** Drone shot of the Recea River watershed

### *2.3. Preparing input information*

Basically, the WEPP model's inputs include:

- *Watershed Topography: DEM for a GIS environment;*
- *Soil: soil texture, depth and erodibility.*
- *Land use (land cover).*
- *Climate information.*

The DEM, required in GeoWEPP, is used to delineate the channel network, determine the subcatchments in the watershed, and generate the hillslope information (slope, length, etc.) for WEPP. The reported research was based on the DEM of the Baltata River basin, developed in the framework of the above mentioned project (Fig. 2). Accordingly, the rest input information for WEPP modeling in the Recea catchment was based on the soil, landuse and climate data, developed for the Baltata basin as a whole [11].

One of the GeoWEPP modeling requirements is that the soil and landuse data, stored as a shape image, cannot be projected properly when loaded into ArcMap and should be converted to an ASCI raster text files (Fig. 2 and Fig. 3). This converting has also a second function; it aligns the raster cells of the landuse/soil layers with those of the DEM.

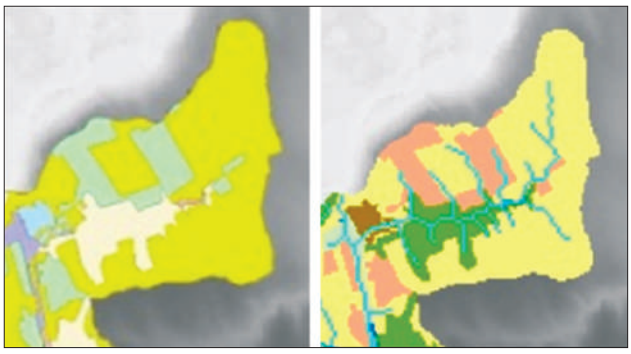


**Fig. 2.** The image of landuse in the Recea River basin in shape *(left)* and ASCII *(right)* formats

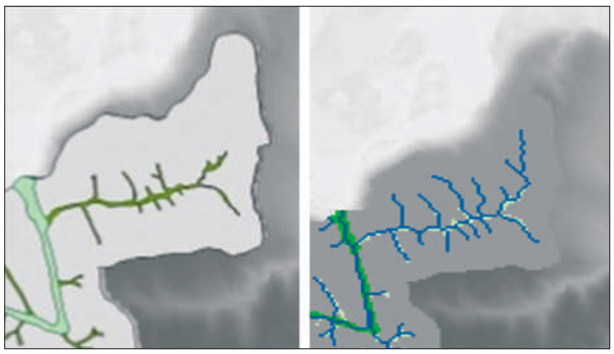


**Fig. 3.** The image of soils in the Recea River basin in shape *(left)* and ASCII *(right)* formats

Converting the shape layers to ASCII ones required also two raster text files that were needed to link the GIS data with the WEPP parameter files used in the simulation process. One of these files links the raster cell values with the landuse description; the second file – with their attributes. Examples of these file can be found in our second paper on this issue [11].

Imputing the ***climate information***, needed for WEPP simulation, was realized by the *Parameter-Regressions on Independent Slopes Model (PRISM).* This tool[1] allows modifying the available climate data for their use in WEPP. In particular, for WEPP simulation there are sufficient data on monthly mean maximum and minimal temperatures, precipitation and number of wet days. In our case, we used this information from the Baltata weather station. Average values of these parameters for the last climatic period (1991-2020), transformed in the US metric systems, are shown in Table 1. The creation of the WEPP climate parameters file was realized through the PRIZM's modification (Fig. 4).

**Table 1. Mean** *(Tmean),* **maximum** *(Tmax),* **minimum** *(Tmin)* **air temperatures, precipitation** *(P)* **and wet days at the Baltata weather station in 1991-2020, modified for WEPP application**

| Climatic parameter | Month | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* |
| *Tmean, °F* | 28.8 | 31.7 | 40.0 | 51.4 | 61.5 | 68.6 | 72.2 | 71.2 | 61.3 | 50.2 | 40.7 | 31.9 |
| *Tmax, °F* | 34.83 | 39.03 | 49.78 | 62.98 | 73.52 | 80.26 | 84.32 | 84.16 | 73.42 | 60.91 | 47.69 | 37.70 |
| *Tmin, °F* | 22.75 | 24.91 | 31.16 | 40.17 | 49.26 | 56.73 | 59.99 | 58.35 | 49.98 | 40.98 | 34.25 | 26.12 |
| *P, inch* | 1.13 | 0.96 | 1.18 | 1.30 | 1.98 | 2.69 | 2.48 | 1.88 | 1.78 | 1.58 | 1.46 | 1.33 |

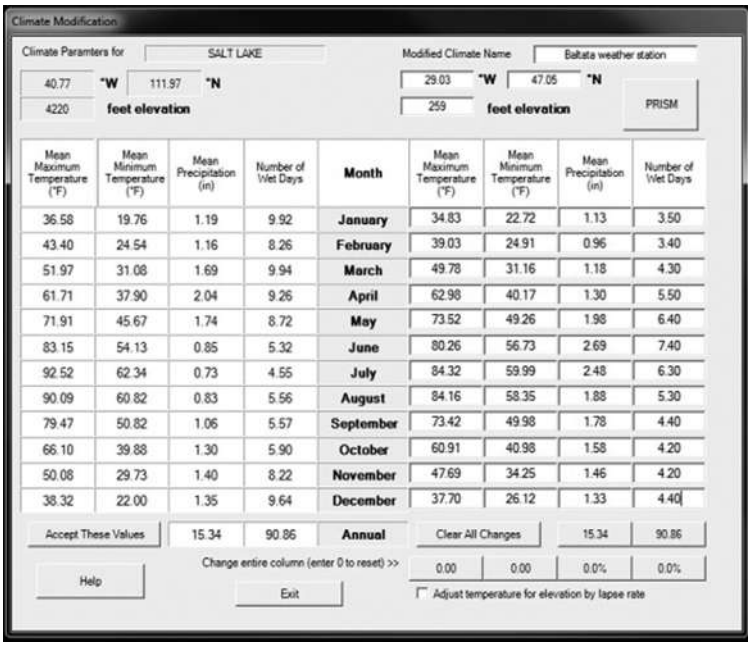



**Fig. 4.** PRIZM modification of the Baltata basin climate in 1991-2020

[1] https://prism.oregonstate.edu/

### *2.4. The network and subcathments generation*

Based on the DEM, the GeoWEPP generates a channel network, using two parameters: the *Critical Source Area* (CSA) and *Minimum Source Channel Length* (MSCL) [7]. CSA is the minimum source area needed to generate a channel; MSCL is the shortest distance the first order channel needs to travel before it converges with another channel. In our case these parameters, depending on the DEM resolution, were setting of 100 ha and 3000 m, respectively. The place where Recea enter the Baltata River was chosen as an outlet point. This point and a corresponding Rechea delineation in three hillslopes are shown in (Fig. 5).

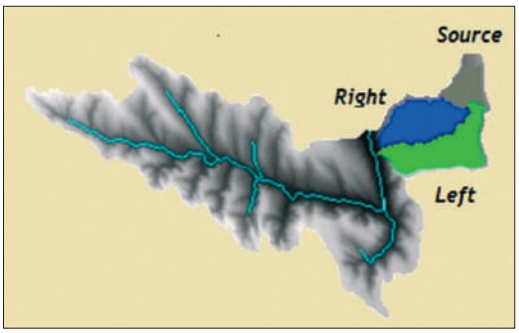



**Fig. 5.** The Recea watershed on the Baltata River DEM and its delineation into hillslopes. White circle – outlet point.

## 3. Results and discussion

### *3.1. WEPP offsite (watershed) sediments simulation*

The *offsite method* focuses mainly on the *sediment yield* delivered through channels to the outlet point from representative hillslopes. In turn, the corresponding *offsite reports* provide simulation results that reflect the modeled values of sediments, caused by water runoff, which are contributed by the catchment's hillslopes and channels (Table 2).

**Table 2. Offsite assessment of annual sediments deposition and yield values for hillslopes in Recea watershed**

| Hill slopes | Runoff volume, $m^3$ | Subrunoff volume, $m^3$ | Soil loss, kg | Sediment deposition, kg | Sediment yield, kg |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Source*** | 9146 | 5.61 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ***Right*** | 21769 | 11.38 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| ***Left*** | 85498 | 78.44 | 0.00 | 1107 | 43012 |

***Column definition***: *Hillslopes:* the WEPP hillslope being reported; *Runoff and Subrunoff Volumes:* the amount of runoff from each hillslope; ***Soil Loss*:** the amount of soil loss recorded for each hillslope; *Sediment Deposition*: the amount of soil deposition recorded for each hillslope; *Sediment Yield*: the amount of sediment yield recorded for each hillslope at the outlet point.

Thus, in 1991-2020 the total average annual soil deposition, recorded in the Recea catchment, amounted about 1.1 ton; sediment yield from hill slopes at the confluence of this tributary into the main channel of the Baltata River was about 43 ton. The observed differences in sedimentation between slopes are explained by differences in their areas, runoff volumes and landuse patterns: Balabanesti village on the right slope and in the Recea source vs. the predominantly agricultural land on the left slope.

Average annual deliveries from the only one *Recea's channel*, contributed to outlet, amounted:

- water discharge from outlet – 11,5291$m^3$ (~0.0001$km^3$)
- total hillslope sediment yield – 43.0 ton/yr
- total channel soil loss – 0.0 ton/yr
- sediment discharge from outlet – 9.1 ton/yr
- sediment delivery per unit area – 0.008 kg/ha/yr
- sediment delivery ratio for watershed – 0.205.

The last indicator – *sediment delivery ratio (SDR)* – connects the weight of sediments eroded and transported from a watershed slopes with the weight that eventually enters streams and rivers ending at the watershed outlet.

**Table 3. Information on sediment particle leaving the Recea watershed channel**

| Class | Diameter, mm | Specific Gravity, $m^2/g$ | Particles composition, % | | | | *Existing fraction* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Sand | Silt | Clay | O.M. | |
| ***1*** | 0.002 | 2.60 | 0.0 | 0.0 | 100 | 60.0 | 0.193 |
| ***2*** | 0.010 | 2.65 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.233 |
| ***3*** | 0.030 | 1.80 | 0.0 | 66.2 | 33.8 | 20.3 | 0.480 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***4*** | 0.300 | 1.60 | 85.6 | 11.8 | 2.6 | 1.5 | 0.072 |
| ***5*** | 0.200 | 2.65 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.023 |

***Column definition***: ***Class***: particle class; Particle Diameter: diameter of particle measure in mm; Specific Gravity: specific gravity of particle; Particle Composition: percents of sand, silt, clay and organic matter in particle; Exiting Fraction: Fraction of particles exiting in flow in the outlet point.

Distribution of primary particles and organic matter (OM) in the eroded sediment (Table 3) was the follows: *clay* – 0.357; *silt* – 0.559; *sand* – 0.084; *organic matter* – 0.214. Index of specific surface *(SSA),* which expresses a property of solids and is defined as the total surface area of a material per unit of mass, amounts from 1.60 to 2.65 $m^2/g$ of total sediment; SSA depends on sediment particle class. The enrichment ratio of specific surface changes from 0.023 to 0.480.

### *3.2. WEPP onsite (flowpath) simulation*

Results of WEPP simulation using onsite method are shown in Table 4. As was mentioned above, this method estimates the soil loss from the catchment hillslopes.

**Table 4. Summary of flowpath soil loss simulation in the Recea watershed**

| Hillslopes | | Runoff volume, | Soil loss, | Sediment yield, | Area, | Mapped, ton/yr | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **WEPP** | **TOPAS** | **$M^3$/yr** | **ton/yr** | **ton/yr** | **ha** | **Soil loss** | **Sed. yield** |
| Right | ***23*** | 12618 | 59.2 | n.a | 174.1 | 0.3 | n.a |
| Source | ***22*** | 716.8 | 6.8 | n.a | 48.6 | 0.1 | n.a |
| Left | ***31*** | 20073 | 26.2 | n.a | 365.3 | 0.1 | n.a |

***Column definition***: *Hillslope – WEPP/TOPAZ***:** The WEPP/TOPAZ hillslope number being reported; Runoff Volume**:** Runoff in $m^3$/yr for the hillslope; *Soil Loss***:** The soil loss for a hillslope in ton/yr; *Sediment Yield:* The sediment yield for the hillslope in ton/yr; *Area:* The area of hillslope; *Mapped Soil Loss:* The soil loss value used for mapping; ***Mapped Sediment Yield*:** The sediment yield value used for mapping.

The total annual value of hillslopes soil loss in the Recea catchment amounts 92.2 ton, with their spatial distribution across the area from 0.1 to 0.3 ton per ha.

### *3.3. Mapping sediment distribution and soil loss in the Recea watershed*

The maps of WEPP simulation results in the pilot area are shown in Fig. 6 that well demonstrates the difference between the two methods of analysis.

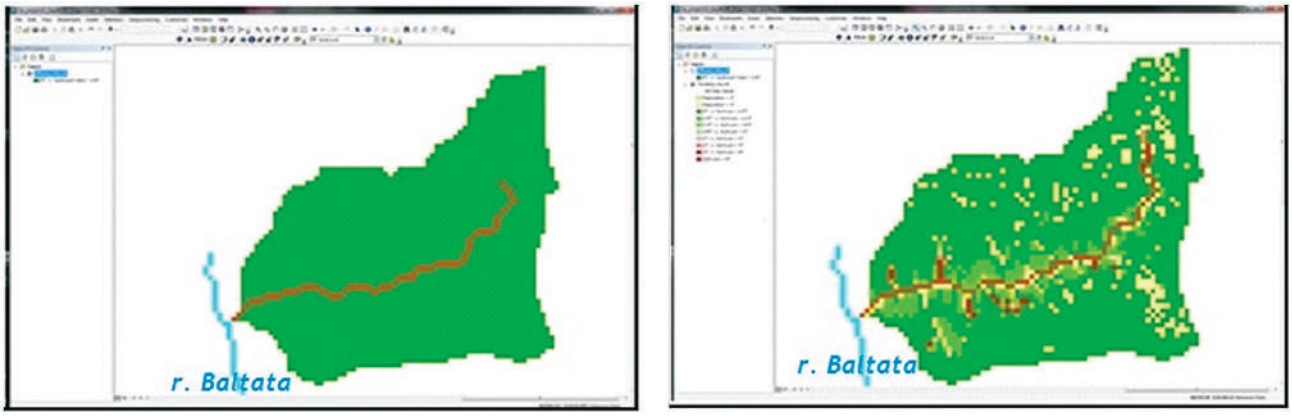



**Fig. 6.** Distribution of sediment deposition *(left)* and soil loss *(right)* in the pilot area, according to the offsite and onsite simulations, accordingly; in red – deposits entering the channel

In particular, the offsite, or watershed method, based on one type of soil and one type of landuse, gives some general picture of the sediments distribution over the catchment area (less than ¼ ton/ha/yr). A completely different picture when using the onsite, or flowpath method, based on the soil and landuse characteristics of each hillslope. Here, not only areas with various soil losses are clearly distinguished, but also places with their different soils deposition.

## Conclusion

This study has showed the GeoWEPP model is indeed an effective tool for assessing erosion processes and sedimentation in the catchment area of a relatively small river. It allows, based on the available climatic, topographic, soils, and land use/land cover data, to conduct different scenario simulations, while variating two methodic approaches and spatial resolution of hydrological modeling. However, this model requires sufficient experience in the use of WEPP Windows software and ArcGIS, as well as skills in modeling and basic knowledge in hydrology and soil science.

Moreover, a serious limitation in the GeoWEPP wide application is a fact that this model was designed for US users. Its built-in climate, soil, and land use/land cover databases are applicable exclusively within the US, which requires a potential user in other countries to develop by himself the necessary input information. This moment was the greatest difficulty in the WEPP application in the study area, creating undoubted uncertainties in the results obtained and reducing their reliability.

**Acknowledgments:** The current work was realized in frames of the Joint Operational Black Sea Programme 2014-2020, the Project BSB 963 "Protect-Streams-4-Sea", with the financial assistance of the European Union. The content of this publication is the sole responsibility of the authors and in no case should be considered to reflect the views of the European Union.

## References

1. Amaru K. and N. Hotta, 2018: Application of GeoWEPP for Evaluating Sediment Yield in a Mountain Area : Agatsuma Watershed, Japan, *International Journal of Erosion Control Engineering* 11 (1):14.
2. Corobov R. and I. Trombitsky, 2021: Hydrological modeling in water related research. In: *Academician Leo Berg – 145: Collection of Scientific Articles,* Eco-Tiras, Bendery, pp. 378-382.
3. Elliot W.J., 2013: Erosion processes and prediction with WEPP technology in forests in the northwestern U.S. *Transactions of the ASABE* **56(2):** 563-579.
4. Flanagan D.C. and M.A. Nearing (eds). 1995: USDA-Water Erosion Prediction Project Hillslope Profile and Watershed Model Documentation. NSERL Report No. 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana, 298 p.
5. Flanagan D. C., J. R. Frankenberger, T. A. Cochrane, C. S. Renschler, W. J. Elliot, 2013: Geospatial Application of the Water Erosion Prediction Project (WEPP) Model. *Transactions of the ASABE* **56(2)**: 591-601
6. Manoj K.J. and U.C. Kothyari, 2000: Estimation of soil erosion and sediment yield using GIS, *Hydrological Sciences Journal,* **45:5**: 771-786, DOI: 10.1080/02626660009492376
7. Minkowski M. and C. Renschler, nd: *GeoWEPP for ArcGIS 9.x Full Version Manual (for GeoWEPP Version 2.2008 or earlier).* Department of Geography, The State University of New York at Buffalo. 129 p. Available at: *https://moam.info/queue/geowepp-for-arcgis-9x-full-version-manual_599b6c761723dd0e40b19023.html*
8. Ramsankaran R., U.C. Kothyari and J. S. Rawat, 2009: Simulation of surface runoff and sediment yield using the water erosion prediction project (WEPP) model: a study in Kaneli watershed, Himalaya, India. *Hydrological Sciences Journa*l, **54:3**: 513-525, https://doi.org/10.1623/hysj.54.3.513.
9. Renschler C. S., 2003: Designing geo-spatial interfaces to scale process models: The GeoWEPP approach. *Hydrol. Proc.* **17(5**):1005-1017.
10. Renschler C. S. Flanagan D. C., Bernard A. Engel B.A. and Frankenberger J.R., 2002: GeoWEPP-The Geo-spatial interface for the Water Erosion Prediction Project. *ResearchGate,* DOI: 10.13031/2013.10418
11. Sirodoev G., Corobov R., Trombitsky I., 2022: WEPP modeling of soil loss and sediment deposition in the Baltata River basin. This issue, pp. 206-211.
12. Sîrodoev, I.; Corobov, R.; Sîrodoev, G.; Trombitsky I., 2022: Modelling Runoff within a Small River Basin under the Changing Climate: A Case Study of Using SWAT in the Baltata River Basin (The Republic of Moldova). *Land* **11**, 167. *https://doi.org/10.3390/land11020167*
13. Yüksel A., Akay A.E., Gundogan R., Reis M. and Cetiner M., 2008: Application of GeoWEPP for Determining Sediment Yield and Runoff in the Orcan Creek Watershed in Kahramanmaras,Turkey. *Sensors* **8**, 1222-1236.

# ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ ПОДЗЕМНЫХ ВОД САРМАТСКОГО ВОДОНОСНОГО ГОРИЗОНТА С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ВОДАМИ РЕКИ ДНЕСТР

***Елена Кравченко, Александр Анастас, Татьяна Лютенко, Леонид Чернов, Сергей Шаталин***

*Приднестровский государственный университет,*
*НИЛ «Геологические ресурсы»*
*Тирасполь, ул. 25 Октября, 125*
*Тел: +373 533 79553, carfuf@mail.ru*

## Введение

Река Днестр является практически единственной крупной водной артерией для районов, расположенных на Молдавском Левобережье. Почти все города и большое количество сёл региона прилегают к реке.

Водоснабжение городов и отдельных сёл Рыбницкого, Дубоссарского, Григориопольского и Слободзейского районов обеспечивается водозаборами подземных вод, скважинами, пробуренными на нижне- и среднесарматский водоносные горизонты. Многие из этих водозаборов расположены крайне близко, или на ближайшем расстоянии от реки Днестр.

Целью данной статьи является оценка влияния поверхностных вод Днестра на подземные воды сарматского водоносного горизонта на водозаборах, питающих населённые пункты, расположенные у реки. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Показать зависимость между уровнем подземных вод в скважинах сарматского горизонта и уровнем водной поверхности Днестра по данным режимных и сезонных наблюдений.

2. Выявить, какие схемы расчётов были использованы при подсчёте эксплуатационных запасов подземных вод водозаборов, и принималось ли во внимание при расчётах влияние реки Днестр – сопротивление ложа реки, при схеме с контуром постоянного напора; коэффициент перетекания вод из более высоких горизонтов, при схеме двухслойного пласта с постоянным уровнем в питающем пласте.

3. Сравнить химический состав подземных вод отдельных населённых пунктов с химическим составом вод Днестра.

4. Изучить гидравлическую связь между рекой и горизонтами подземных вод. Построить карту изменения удельного дебита скважин в зависимости от их приближённого или удалённого расположения по отношению к р. Днестр, показать влияние Днестра на степень водообильности нижне-среднесарматского водоносного горизонта.

## Материалы

Материалами для написания статьи послужили результаты исследований научно-исследовательской лаборатории «Геологические ресурсы». Фактические данные получены из фондовых источников республиканского геологического фонда ПМР. Были взяты данные по гидрогеологическим условиям сарматского водоносного горизонта на исследуемом участке, опытным откачкам из скважин горизонта, уровням воды в реке Днестр, расчётам гидрогеологических параметров, химическому составу подземных вод и вод Днестра. Проведен сбор информации по гидрогеологическим скважинам, на основе которых создана база данных «Гидрогеология Приднестровья». В отдельную таблицу заносили данные по гидрогеохимии. Нами была ранее создана база данных «Гидрогеология Приднестровья» в программе Microsoft Excel. Из неё были взяты занесённые данные по абс. отм. статического уровня нижне-среднесарматского горизонта в скважинах в определённых населённых пунктах, а также данные по удельному дебиту скважин данного горизонта, что позволило построить в программе ArcGIS карту изолиний изменения удельного дебита для выявления связи между рекой и подземными горизонтами.

## Результаты и обсуждение

Днестр дренирует породы сармата на всем протяжении своего русла по территории Приднестровья. На многих водозаборах, расположенных в непосредственной близости от реки, исследователями

отмечалось приблизительное совпадение статического уровня водоносного горизонта при ненарушенном режиме подземных вод, с одной стороны, и уровня вод в р. Днестр при сезонных наблюдениях, с другой стороны. При расчётах эксплуатационных запасов сарматского водоносного горизонта на близких к Днестру водозаборах принималась схема, предполагающая роль реки как контура постоянного напора для подземных вод, и рассчитывалась $\Delta L$ (величина сопротивления ложа реки) и коэффициент $B$ (перетекания из более высокого четвертичного водоносного комплекса, связанного с Днестром).

Так, от г. Днестровск рукав Турунчук находится на расстоянии 1,5 км, а основное русло Днестра – на расстоянии 4 км. До начала эксплуатации водозабора города, в 1961, статический уровень напорного нижне-среднесарматского водоносного горизонта находился на абс. отм. 7,05 м, что указывает на гидравлическую связь между водоносным горизонтом и поверхностными водами Днестра. После запуска водозабора Днестровска статические уровни в скважинах установились на отрицательных отметках. Наиболее высокая водообильность нижне-среднесарматского горизонта в районе приурочена к участкам долины Днестра, удельные дебиты скважин горизонта здесь достигали 5-10 л/с; при удалении от реки удельные дебиты снижались до 0,5-2 л/с. Тем не менее, поскольку основной водозабор Днестровска не находится непосредственно у р. Днестр, при расчёте эксплуатационных запасов подземных вод на участке была принята схема «напорный неограниченный пласт», что сводит непосредственное влияние реки на уровень воды в скважинах при опытных откачках и эксплуатации к минимуму [2].

В 12 км к северо-западу от г. Днестровск расположено с. Чобручи. До начала эксплуатации водозабора уровень напорного нижне-среднесарматского горизонта находился на абс. отм. 4-7 м, что указывает на существование в прошлом связи между подземными сарматскими водами и поверхностными водами Днестра. Однако, и здесь форма пьезометрической поверхности теперь определяется интенсивной эксплуатацией, находясь сейчас на отрицательных абс. отм. Наиболее высокая водообильность скважин сармата на участке Чобручи приурочена к участкам долины Днестра, с удельными дебитами 5-10 л/с, а на остальной территории, в сторону к пос. Первомайск – удельные дебиты скважин сармата снижаются до 0,5-2 л/с. При расчёте эксплуатационных запасов сарматских вод в Чобручах была принята схема «двухслойная толща с постоянным уровнем в питающем пласте», так как установлена непосредственная гидравлическая связь между водоносным горизонтом в сарматских известняках и водоносным горизонтом в аллювии четвертичного возраста; в свою очередь, аллювиальный горизонт гидравлически связан с водами Днестра. Фильтрация поверхностных вод на участке Чобручи приводит к стабилизации уровня в верхнем, четвертичном горизонте, это предопределяет наступление стационарного режима в нижне-среднесарматском горизонте. Коэффициент перетекания $B$=169 м [4].

По химическому составу подземные воды среднего сармата на участке Чобручи гидрокарбонатные натриевые: $HCO_3$ 52, Cl 22, Na 54, Mg 29%-экв. Поверхностые воды Днестра у с. Чобручи гидрокарбонатные кальциевые: $HCO_3$ 37, $SO_4$ 35, Ca 46, Na 34%-экв [4]. Таким образом, непосредственной связи между химическим составом сарматских подземных и днестровских поверхностных вод здесь не наблюдается.

В г. Тирасполь кровля известняков среднего сармата находится на абс. отм. 0-2,5 м. Днестр в г. Бендеры и г. Тирасполь прорезает среднесарматские известняки. В естественных условиях здесь Днестр являлся областью дренирования вод среднесарматского горизонта, а в условиях интенсивной эксплуатации подземных вод река является контуром постоянного напора для береговых водозаборов. При расчётах здесь учитывалось сопротивление ложа реки, которое в г. Тирасполь у старой водозаборной зоны $\Delta L$=1450 м [6], а в г. Бендеры $\Delta L$=1250 м [8].

В г. Бендеры при детальных исследованиях опробование скважины, пробуренной на среднесарматский горизонт на Липканском участке дало следующие результаты по химическому составу: $HCO_3$ 49, $SO_4$ 26, Na 68, Mg 26%-экв. В районе города воды р. Днестр имели следующий состав: $HCO_3$ 55, Cl 37, Na 73%-экв, то есть, несмотря на различия в химическом составе, и подземные и поверхностные воды являются гидрокарбонатными натриевыми [8].

В Слободзейском районе схема «двуслойного пласта с перетеканием при постоянном уровне в верхнем пласте» при расчётах эксплуатационных запасов принята также на участках г. Слободзея, с. Красное, с. Коротное, с. Кицканы, с. Карагаш [4]. В с. Первомайск, расположенном в 13 км

от с. Коротное (рукав Турунчук), принята схема «напорного полуограниченного пласта, имеющего границу с постоянным расходом» к северо-востоку (тектоническое нарушение) [5]. Между перечисленными водозаборами Слободзейского района существует гидравлическая связь, поэтому в районе после начала эксплуатации образовались многочисленные депрессионные воронки, которые образуют в целом по району общую депрессию. При расчётах параметров эксплуатации на водозаборах в Днестровске, Чобручах принимались во внимание срезки, образуемые другими водозаборами в округе, вплоть до Слободзеи и Первомайска [2, 4].

В г. Григориополь воды нижне-среднесарматского комплекса в пойме Днестра обладают напором, который, как и положение пьезометрического уровня, изменяется в зависимости от сезонных колебаний уровня Днестра. Существует тесная гидравлическая связь нижне-среднесарматского комплекса с р. Днестр, через русловые и четвертичные отложения. Во время паводков происходит пополнение запасов нижне-среднесарматского комплекса за счёт поверхностных вод. При расчётах гидрогеологических показателей на участке была принята схема «полуограниченный пласт, для которого река является контуром постоянного напора». Фильтрация вод реки в сарматские отложения затрудняется сопротивлением ложа реки $\Delta L$=95 м (наибольшее полученное при расчётах). Во время предварительной разведки в 1982, при уровне Днестра 3,02 м статический уровень в скважинах устанавливался на абс. отм. 3,8-5,39 м; при уровне Днестра 1,43 м, уровень в скважинах устанавливался на абс. отм. 2,73-4,55 м [3].

В скважинах у с. Нов. Моловата нижне-среднесарматский водоносный комплекс характеризуется тесной связью подземных и поверхностных вод, особенно чётко фиксируемую в период паводков. Однако толща суглинков и супесей четвертичного возраста затрудняет инфильтрационное питание отложений сармата. Свободная поверхность подземных вод зафиксирована здесь на абс. отм. 28,5 м. Уклон свободной поверхности подземных вод направлен от восточного борта Моловатской излучины к западному, и составляет 0,6-0,7%, что сопоставимо с уклоном водного потока Днестра в пределах излучины. Таким образом, восточный борт излучины является локальной областью питания сарматского горизонта, а западный борт излучины – локальной областью разгрузки в р. Днестр. Режимные наблюдения за водоносным горизонтом подтвердили тесную гидравлическую связь нижне-среднесарматского комплекса и Днестра. Горизонт на данном участке безнапорный; из-за трудности расчётов сопротивления ложа водохранилища при подсчёте эксплуатационных запасов была принята $\Delta L$=0 [7].

На участке Нов. Моловата тип подземных вод нижне-среднесарматского горизонта по химическому составу гидрокарбонатный натриевый: $HCO_3$ 63, $SO_4$ 17, Na 73, Mg 19%-экв [7]. Поверхностные воды Дубоссарского водохранилища относятся к сульфатно-гидрокарбонатному натриево-кальциевому типу: $HCO_3$ 48, $SO_4$ 27, Ca 45, Na 35%-экв [9]. Таким образом, непосредственной связи между химическим составом подземных и поверхностных вод на участке не выявлено.

На участке с. Цыбулёвка удельные дебиты гидрогеологических скважин достигают в долинах рек и балок значения до 10 л/с, что значительно больше, чем скважин на водоразделах; предполагается, что причиной этому является обстоятельство, что в долинах известняки более трещиноватые. Нижне-среднесарматский водоносный горизонт дренируется глубоковрезанными долинами Днестра и его притоков. В скважине, пробуренной на берегу Днестра на нижне-среднесарматский комплекс статический уровень находился на абс. отм. 29,5 м; однако, водозабор села Цыбулевка был разведан в 7 км от данной скважины, и глубина статического уровня в скважинах водозабора составила ок. 45 м. Такая разница в статическом уровне объясняется направлением потока подземных вод в сторону Днестра, который является естественной дреной нижне-среднесарматского комплекса в районе. На водозаборе, несколько удалённом от берега Днестра, однако, в качестве расчётной для эксплуатационных запасов была принята схема «неограниченный пласт», а сарматский водоносный комплекс здесь безнапорный [4].

У г. Рыбница водозаборы были разведаны в микрорайоне Сахкамень и в с. Шмалена. Здесь они каптируют нижнесарматский водоносный горизонт, так как породы среднего сармата, в отличие от трёх центральных и южных районов Молдавского Левобережья, залегают здесь выше уровня р. Днестр, и водоносный горизонт в них получает дождевое питание и дренируется родниками на склонах. Исследователи, проводившие предварительную разведку нижнесарматского водоносного горизонта предполагали, что гидравлическая связь между подземными водами и р. Днестр на участке существует, но

это предположение нуждается в проверке путём дальнейших исследований. Для расчёта параметров нижнесарматского горизонта на водозаборах была принята схема «безграничный пласт». Водозабор на аллювиальный четвертичный горизонт находился в г. Рыбница в долине Днестра. Связь между данным горизонтом и Днестром существует, для расчётов параметров четвертичного водоносного комплекса была принята схема «полуограниченный пласт с контуром постоянного напора», и рассчитано сопротивление ложа реки $\Delta L$=384 м [1].

На участке Рыбница в пойме р. Днестр химический анализ вод в скважине, пробуренной на нижнесарматский горизонт, дал следующие результаты: $HCO_3$ 51, $SO_4$ 28, Na 68, Mg 17%-экв. Пробы поверхностных вод р. Днестр показали следующие значения: $HCO_3$ 39, Cl 34, Mg 36, Ca 35%-экв [1]. Таким образом, на севере исследуемой территории химический состав подземных и поверхностных вод различается.

На рисунке показано изменение удельного дебита, в м$^3$/сут, скважин нижне-среднесарматского водоносного горизонта на рассматриваемой территории.

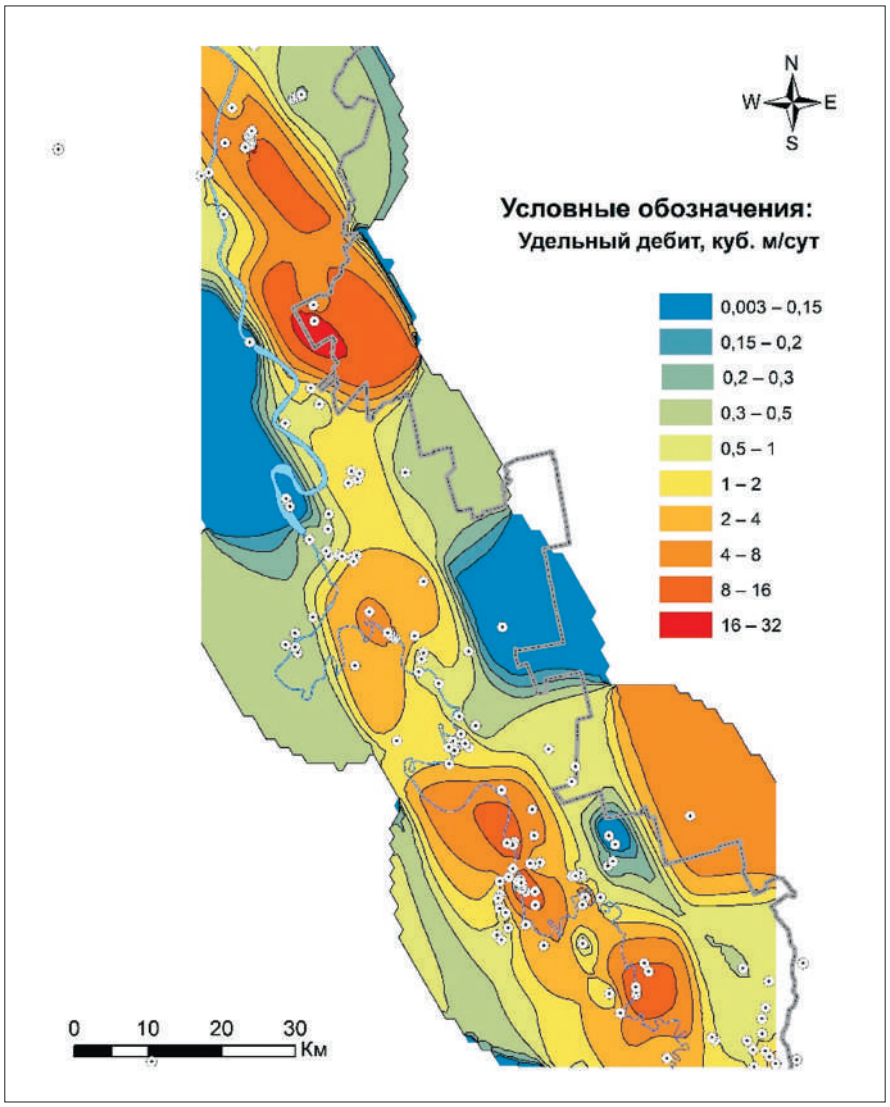



**Рис.** Карта изолиний удельного дебита скважин, вскрывших нижне-среднесарматский водоносный горизонт территории Молдавского Приднестровья

Наибольшие значения удельного дебита приурочены к водозаборам населённых пунктов, расположенных у р. Днестр. На юге территории удельный дебит возрастает на водозаборах с. Чобручи, гг. Слободзея, Тирасполь и Бендеры, а также на участке сс. Владимировка, Новосавицкая, при приближении к долине р. Кучурган. В скважинах на водораздельных пространствах значения удельного дебита уменьшаются. Данные, прежде всего, есть по отдельным водозаборам населённых пунктов, поэтому в пространствах между крупными водозаборами населённых пунктов, расположенных у

Днестра, могут быть определённые «пробелы» по удельному дебиту, из-за недостатка данных. Также, высокие удельные дебиты сарматских скважин показаны у сс. Бутор, Ташлык, г. Григориополь, на юге Рыбницкого района и у г. Рыбница. Низкий удельный дебит наблюдается у с. Нов. Моловата, в Моловатской излучине, так как предварительная разведка нижне-среднесарматского горизонта на участке показала непригодность пробуренных скважин для централизованного водоснабжения из-за низкой трещиноватости известняков, и соответственно, низкой водообильности водоносного горизонта. Также, низкие удельные дебиты показали сарматские скважины, пробуренные в центре и в восточной части Григориопольского района, в удалении от р. Днестр.

## Выводы

1. В г. Днестровск, сс. Чобручи, Нов. Моловата, Цыбулёвка статические уровни подземных вод нижне-среднесарматского горизонта до начала активной эксплуатации водозаборов находились на абс. отм., совпадающих или отличающихся на 1-2 м от уровня поверхностных вод р. Днестр. После интенсивной многолетней эксплуатации водоносного горизонта, динамические уровни в скважинах значительно снижались и уже не отражали непосредственной связи подземных и поверхностных вод.
2. В многочисленных населённых пунктах, расположенных у Днестра в Слободзейском районе, в гг. Тирасполь и Бендеры, в г. Григориополь, с. Нов. Моловата для расчётов гидрогеологических параметров сарматского горизонта принималась схема пласта, полуограниченного контуром постоянного напора (р. Днестр) и вычислялось сопротивление ложа реки $\Delta L$. В с. Чобручи принималась схема, предполагающая перетекание вод р. Днестр в четвертичный водоносный комплекс, а оттуда в среднесарматский горизонт; был вычислен коэффициент перетекания $B$. В г. Днестровск, с. Цыбулёвка, г. Рыбница была принята схема неограниченного пласта, из-за удалённого расположения водозаборов от р. Днестр.
3. Химический состав подземных вод нижне-среднесарматского горизонта во многих населённых пунктах Молдавского Левобережья, расположенных у р. Днестр – гидрокарбонатный натриевый; это далеко не всегда совпадает с химическим составом поверхностных вод Днестра в тех же населённых пунктах, где в составе вод могут преобладать сульфаты, натрий, кальций.
4. На построенной карте изменения удельного дебита скважин нижнего и среднего сармата подтверждается тезис, выдвинутый гидрогеологами-разведчиками, что удельный дебит скважин данного горизонта увеличивается при приближении к р. Днестр и уменьшается при удалении от реки.

## Библиография


1. Беручашвили Н.Р. Отчёт о результатах предварительных гидрогеологических исследований для водоснабжения г. Рыбница. Кишинёв: Молдавская ГГЭ, 1977. 130 с.
2. Бунковская Г.В., Титовец М.Ф., Шараевский Л.П. Отчёт по детальной разведке подземных вод для водоснабжения пгт. Днестровск (по состоянию на 1/1/1981). Кишинёв: Молдавская ГГЭ, 1981. 84 с.
3. Бунковская Г.В. Отчёт по предварительной разведке подземных вод для водоснабжения Григориопольского консервного завода. Кишинёв: Молдавская ГГЭ, 1983. 119 с.
4. Забышная Е.А. Отчёт по детальной разведке подземных вод для водоснабжения предприятий «Молдплодоовощпрома» (Дубоссарский, Григориопольский и Слободзейский районы Молдавской ССР) по состоянию на 1/7/1981. Кишинёв: Молдавская ГГЭ, 1981. 237 с.
5. Новикова В.П. Отчёт о результатах детальной разведки подземных вод на Слободзея-Первомайском участке Молдавской ССР. Комрат: Комратская ГГП, 1977. 101 с.
6. Петраков Е.В. Отчёт по детальным исследованиям подземных вод на участке проектируемого строительства водозабора в г. Тирасполь Молдавской ССР. Кишинёв: Дурлештская ГРЭ, 1965. Т. 1. Текст отчёта. 220 с.
7. Полевой П.Л. Предварительная разведка подземных вод для водоснабжения зоны отдыха с. Маловатое Дубоссарского района. Кишинёв: Молдавская ГГЭ, 1988. 138 с.
8. Романова О.Н., Русакова Л.П. Отчёт по детальным гидрогеологическим исследованиям участков водозабора в районе пос. Варница (с целью изыскания дополнительных источников водоснабжения г. Бендеры). Кишинёв: Молдавская ГГЭ, 1971. Т. 1. Текст отчёта. 166 с.
9. Шлемина Л.А. Предварительная и детальная разведка подземных вод для водоснабжения зоны отдыха села Маловатое Дубоссарского района. Кишинёв: Молдавская ГГЭ, 1990. 133 с.

# ФАУНА КЛЕЩЕЙ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНИЙ ДНЕСТР»

***Людмила Куликова***
*Институт зоологии Республики Молдова*
*ул. Академическая 1, Кишинев 2028, Молдова*
*Тел. +37376075438; Email: zoologie@mail.ru*

## Введение

В Республике Молдова Национальный парк «Нижний Днестр» является уникальным местом биоразнообразия фауны и флоры. Его площадь составляет 61000 км2. Территория парка разделена на четыре функциональные зоны. **Зона А:** Строго охраняемая зона, предназначена для сохранения фауны и флоры. Площадь 1801,89 га. **Зона В**: Буферная зона занимает 3515,6 га, где необходим специальный контроль в целях увеличения природных ресурсов. **Зона С**: Зона с ограниченной экономической деятельностью располагает 10079 га. **Зона D**: Зона экономической деятельности не должна противоречить концепциям национального парка, а именно – выращивание сельскохозяйственных растений с применением биологических методов борьбы, удобрений и химических препаратов в строгом соответствии с технологическими нормами. Площадь 45195,61 га [1, 2, 3]. Территория национального парка представлена наземными и водными биотопами. Наземные биотопы включают: пойменные леса (4 биотопа), нагорные леса (5 биотопов), луга и степи (6 биотопов). Водные биотопы: река Днестр, долинные постоянные и временные озера, биотоп Старого русла Днестра, каналы стоячих вод – взаимодействующие с рекой, экосистемы ручьев. Национальный Парк расположен от населенного пункта Копанка (Кэушанский район) до населенного пункта Паланка (район Штефан-Водэ).

## Материал и методы

Обследовали в границах Национального парка «Нижний Днестр» (2001-2009 гг.): 1) Ландшафтный заповедник «Турецкий сад». Находится между населенным пунктом Леунтя (участок 50, подучастки 12, 14-30) и Копанка (участки 41, 43, 44) в лесничестве Копанка. «Турецкий сад» представляет собой: гырнецовые дубравы (Копанка), старое русло реки Днестр (произрастают тополевые леса из вековых деревьев) и леса (Леунтя). Здесь произрастают: вяз гладкий и европейский, осина черная, липа серебристая, дуб черешчатый, бересклет бородавчатый и европейский, жостер слабительный, клен остролистный и американский, свидина, рябина Гордовина, ясень белый, ива трехтычинковая, тополь белый, бузина черная; 2) Урочище «Талмазские плавни» имеет участки старых деревьев тополя белого с густым подлеском древесных растений: ива белая, ясень белый, вяз гладкий, тополь белый, изредка встречается клен американский, дуб черешчатый. (Чобурчиу); 3) Талмаза – дубрава, где произрастают липа серебристая и мелколистная, клен полевой и остролистный; 4) Рэскэець – гырнецовая дубрава из коренной породы дуб пушистый; 5) Крокмаз – лес из боярышника кроваво-красного, дуба черешчатого, клена американского, вяза граболистного, ясеня белого; 6) Олэнешть – пойменный лес из дуба черешчатого, вяза голого и гладкого, клена татарского и остролистного, шелковицы, ивы белой.

Обследования проводили в дубравах на площадках 25×100, маршрут длиной 50 метров от уреза воды – водозащитные полосы и пойменные леса. В кроне 10 древесных растений каждого вида обрывали по 10 листьев. Изготовлены тотальные препараты по общепринятой методике. Клещей определяли под бинокулярным микроскопом Leica CME. Собранный материал определен на основе таксономических ключей и проверен на сайте www.faunaeur.org. Коллекция тотальных препаратов клещей растений хранится в Институте зоологии АН Молдовы.

## Полученные результаты

Фауна клещей древесных растений Национального парка «Нижний Днестр» представлена 71 видом, относящихся к 27 родам (Хищники – *Euseius, Amblyseius, Neoseiulus*, *Anthoseius*, *Kampimodromus, Dubininellus*, *Typhloctonus, Typhlodromus, Seiulus*, *Zetzellia, Cunaxoides;* Фитофаги – *Amphitetranychus, Bryobia, Homonychus, Eotetranychus, Tetranychus, Schizotetranychus, Cenopalpus, Tetranycopsis, Acotyledon;* Микофаги – *Lorryia, Tydeus, Triophtydeus, Homeopronematus, Pronematus, Paralorrya,*

*Tarsonemus*) из 9 семейств (Хищники – Phytoseiidae, Cunaxidae, Stigmaeidae; Фитофаги – Bryobiidae, Tetranychidae, Acaridae; Микофаги – Tydeidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae).

Установлено в ландшафтном заповеднике «Турецкий сад» 53 вида клещей: 1) (Копанка) 51 вид: *Euseius finlandicus*, *A. andersoni, Neoseiulus umbraticus*, *Anthoseius rhenanus*, *A. inopinatus*, *A. clavatus*, *A. caudiglans*, *Kampimodromus aberrans*, *K. marzhaniani*, *Dubininellus echinus, D. juvenis*, *D. spoofi*, *Seiulus simplex, S. subsimplex*, *Typhloctonus formosus, T. sguamiger*, *Typhlodromus pyri*, *T. cotoneastri*, *T. rodovae*, *Zetzellia mali*, *Bryobia parietariae*, *Tetranychus urticae*, *Amphitetranychus armeniaca*, *Homonychus kobachidzei*, *Eotetranychus prunicola*, *E. fraxini, Schizotetranychus rajae*, *S. orientalis*, *Tydeus argutus*, *T. placitus*, *T. diversus*, *T. kochi*, *T. caudatus*, *T. californicus*, *Lorryia elinguis*, *L. obnoxia*, *L. obstinata*, *L. praefata*, *L. wainsteini*, *Triophtydeus immanis, T. flatus*, *Homeopronematus anconai*, *Pronematus testatus*, *P. sextoni*, *Paralorrya mali, P. lena*, *P. formosa*, *P. ferula*, *Tarsonemus confusus*, *Cenopalpus piger, C. pennatisetis*; 2) (Леунтя) 5 видов клещей: *Euseius finlandicus*, *Tarsonemus hermes, T. nodosus, Triophtydeus flatus*, *Cenopalpus pennatisetis*. Из них *Tarsonemus nodosus* и *T. hermes* относятся к общему количеству клещей – всего 53 вида. Зарегистрированы редкие виды клещей фауны Республики Молдова – *Kampimodromus marzhaniani, Neoseiulus umbraticus, Anthoseius clavatus, A. caudiglans, Dubininellus spoofi, Seiulus simplex, S. subsimplex, Typhlodromus rodovae, Bryobia parietariae, Amphitetranychus armeniaca, Homonychus kobachidzei, Schizotetranychus orientalis, S. rajae, Tydeus argutus, T. placitus, T. diversus, T. kochi, Lorryia elinguis*, *L. obnoxia, L. obstinata*, *Paralorrya formosa, Tarsonemus confuses*, *T. hermes, T. nodosus*.

В урочище «Талмазские плавни» у населенного пункта Чобурчиу выявлено 28 видов клещей: *Euseius finlandicus*, *Amblyseius andersoni*, *Anthoseius rhenanus*, *A. verrucosus, Kampimodromus langei, Dubininellus juvenis*, *Typhloctonus formosus*, *T. sguamiger*, *Typhlodromus rodovae*, *Tetranychus lonicerae, T. polygoni, T. pamiricus, Eotetranychus fraxini*, *E. uncatus exignuus, Tydeus caudatus*, *Lorryia praefata*, *L. wainsteini*, *Triophtydeus flatus*, *Paralorrya mali*, *P. lena*, *P. ferula*, *Tarsonemus bifurcatus, T. hermes, T. formosus, Cenopalpus pulcher*, *Tetranycopsis hostilis*, *Acotyledon agilis*, *A. rhizoglyphoides*. Из них 10 редкие виды: *Anthoseius verrucosus, Kampimodromus langei, Eotetranychus uncatus exignuus, Tarsonemus bifurcatus, Tetranycopsis hostilis, Tetranychus lonicerae, T. pamiricus, T. polygoni, Acotyledon agilis*.

В Талмаза обнаружены 5 видов клещей: *Kampimodromus aberrans*, *Tarsonemus nodosus, T. hermes, Triophtydeus immanis, T. flatus*. Из них *Tarsonemus nodosus, T. hermes* редкие виды клещей.

В Рэскэець определены 24 вида клещей: *Amblyseius andersoni*, *A. herbarius*, *Euseius finlandicus*, *Typhloctonus formosus*, *T. sguamiger*, *Kampimodromus aberrans, K. marzhaniani*, *Typhlodromus cotoneastri*, *T. pyri, Anthoseius caudiglans*, *A. inopinatus*, *Dubininellus echinus, D. juvenis*, *Tarsonemus hermes, T. angulatus, Tydeus californicus*, *T. caudatus*, *Lorryia wainsteini*, *Triophtydeus flatus*, *Paralorryia lena, Homeopronematus anconai, Eotetranychus pomeranzevi, Cunaxoides biscutum, Zetzellia mali.* Из них *Amblyseius herbarius, Kampimodromus marzhaniani, Anthoseius inopinatus, Tarsonemus angulatus*, *Cunaxoides biscutum* редкие виды клещей [4].

У населенного пункта Олэнешть найдены 9 видов клещей: *Euseius finlandicus, Amblyseius tauricus, Typhlodromus pyri, Dubininellus juvenis*, *Zetzellia mali, Pronematus sextoni, Tydeus caudatus*, *T. californicus, Triophtydeus flatus.* Из них редкий вид *Amblyseius tauricus*.

В Крокмаз выявлено 16 видов клещей: *Euseius finlandicus*, *Kampimodromus aberrans*, *Typhloctonus formosus*, *Lorryia elinguis*, *Tydeus caudatus*, *T. californicus*, *Triophtydeus immanis, T. flatus*, *Cenopalpus pulcher, C. mespili, Paralorrya mali*, *P. lena*, *P. ferula*, *Homeopronematus anconai*, *Pronematus sextoni*, *Zetzellia mali* (таблица 1). Из них *Cenopalpus mespili* редкий вид клещей фауны Республики Молдова.

**Таблица 1. Фауна клещей древесных растений Национального парка «Нижний Днестр»**

| № п/п | Виды клещей | «Турецкий сад» | «Талмазские плавни» | Крокмаз | Рэскэець | Олэнешть |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | *Euseius finlandicus* | + | + | + | + | + |
| 2 | *Amblyseius andersoni* | + | + | - | + | - |
| 3 | *A. herbarius* * | - | - | - | + | - |
| 4 | *A. tauricus* * | - | - | - | - | + |
| 5 | *Neoseiulus umbraticus* * | + | - | - | - | - |
| 6 | *Anthoseius rhenanus* | + | + | - | - | - |
| 7 | *A. Inopinatus* * | + | - | - | + | - |
| 8 | *A. clavatus* * | + | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | *A. caudiglans* * | + | - | - | + | - |
| 10 | *A. verrucosus* * | - | + | - | - | - |
| 11 | *Kampimodromus aberrans* | + | - | + | + | - |
| 12 | *K. langei* * | - | + | - | - | - |
| 13 | *K. marzhaniani* * | + | - | - | + | - |
| 14 | *Dubininellus echinus* | + | - | - | + | - |
| 15 | *D. juvenis* | + | + | - | + | + |
| 16 | *D. spoofi* * | + | - | - | - | - |
| 17 | *Seiulus simplex* * | + | - | - | - | - |
| 18 | *S. subsimplex* * | + | - | - | - | - |
| 19 | *Typhloctonus formosus* | + | + | + | + | - |
| 20 | *T. sguamiger* | + | + | - | + | - |
| 21 | *Typhlodromus pyri* | + | - | - | + | + |
| 22 | *T. cotoneastri* | + | - | - | + | - |
| 23 | *T. rodovae* * | + | + | - | - | - |
| 24 | *Zetzellia mali* | + | - | + | + | + |
| 25 | *Bryobia parietariae* * | + | - | - | - | - |
| 26 | *Tetranychus urticae* | + | - | - | - | - |
| 27 | *T. lonicerae* * | - | + | - | - | - |
| 28 | *T. polygoni* * | - | + | - | - | - |
| 29 | *T. pamiricus* * | - | + | - | - | - |
| 30 | *Amphitetranychus armeniaca* * | + | - | - | - | - |
| 31 | *Homonychus kobachidzei* | + | - | - | - | - |
| 32 | *Eotetranychus prunicola* | + | - | - | - | - |
| 33 | *E. pomeranzevi* | - | - | - | + | - |
| 34 | *E. fraxini* | + | + | - | - | - |
| 35 | *E. uncatus exignuus* * | - | + | - | - | - |
| 36 | *Schizotetranychus orientalis* * | + | - | - | - | - |
| 37 | *S. rajae* * | + | - | - | - | - |
| 38 | *Tydeus argutus* * | + | - | - | - | - |
| 39 | *T. placitus* * | + | - | - | - | - |
| 40 | *T. diversus* * | + | - | - | - | - |
| 41 | *T. kochi* * | + | - | - | - | - |
| 42 | *T. caudatus* | + | + | + | + | + |
| 43 | *T. californicus* | + | - | + | + | + |
| 44 | *Lorryia elinguis* * | + | - | + | - | - |
| 45 | *L. obstinata* * | + | - | - | - | - |
| 46 | *L. praefata* | + | + | - | - | - |
| 47 | *L. obnoxia* * | + | - | - | - | - |
| 48 | *L. wainsteini* | + | + | - | + | - |
| 49 | *Triophtydeus immanis* | + | - | + | - | - |
| 50 | *T. flatus* | + | + | + | + | + |
| 51 | *Homeopronematus anconai* * | + | - | + | + | - |
| 52 | *Pronematus testatus* | + | - | - | - | - |
| 53 | *P. sextoni* | + | - | + | - | + |
| 54 | *Paralorrya mali* | + | + | + | - | - |
| 55 | *P. lena* | + | + | + | + | - |
| 56 | *P. formosa* * | + | - | - | - | - |
| 57 | *P. ferula* | + | + | + | - | - |
| 58 | *Tarsonemus confuses* * | + | - | - | - | - |
| 59 | *T. angulatus* * | - | - | - | + | - |
| 60 | *T. bifurcatus* * | - | + | - | - | - |
| 61 | *T. nodosus* * | + | - | - | - | - |
| 62 | *T. hermes* * | + | + | - | + | - |
| 63 | *T. formosus* | - | + | - | - | - |
| 64 | *Cenopalpus piger* | + | - | - | - | - |
| 65 | *C. pennatisetis* | + | - | - | - | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 66 | *C. mespili* * | - | - | + | - | - |
| 67 | *C. pulcher* | - | + | + | - | - |
| 68 | *Tetranycopsis hostilis* * | - | + | - | - | - |
| 69 | *Acotyledon agilis* * | - | + | - | - | - |
| 70 | *A. rhizoglyphoides* | - | + | - | - | - |
| 71 | *Cunaxoides biscutum* * | - | - | - | + | - |
| | Всего: | 53 | 28 | 16 | 24 | 9 |

Обозначение: «+» – наличие, «-» – отсутствие, редкие виды клещей помечены *

Найдено 39 редких видов клещей фауны Республики Молдова: *Amblyseius herbarius, A. tauricus*, *Neoseiulus umbraticus, Anthoseius clavatus, A. caudiglans, A. inopinatus, A. verrucosus, Dubininellus spoofi, Seiulus simplex, S. subsimplex, Typhlodromus rodovae, Kampimodromus langei, K. marzhaniani, Bryobia parietariae, Amphitetranychus armeniaca, Homonychus kobachidzei, Schizotetranychus orientalis, S. rajae, Eotetranychus uncatus exignuus, Tetranycopsis hostilis, Tetranychus lonicerae, T. pamiricus, T. polygoni, Acotyledon agilis, Tarsonemus angulatus*, *T. bifurcatus, T. confuses*, *T. hermes, T. nodosus*, *Tydeus argutus, T. placitus, T. diversus, T. kochi, Lorryia elinguis*, *L. obnoxia, L. obstinata*, *Paralorrya formosa, Cenopalpus mespili*, *Cunaxoides biscutum*.

## Обсуждение результатов

Своеобразие экологических условий Национального парка «Нижний Днестр» сформировало высокое разнообразие клещей с большим количеством редких видов. Многолетний мониторинг учитывал разнообразие клещей, распространение, различия распределения по видам растений. На формирование фауны клещей влияние оказали пойменные леса, каналы стоячих вод, взаимодействующие с рекой, продолжительность вегетативного периода связанное с влажностью почвы. Исследования показали, что дефицит влаги в почве сказывается на трофических связях комплексов и низком разнообразии клещей в Талмаза, Леунтя, Крокмаз. Высокое разнообразие клещей характерно для Копанки и Чобурчиу, где высокая влажность почвы и воздуха (результаты исследований были частично опубликованы ранее). Показателем разнообразия принято считать соответствие между числом видов и их встречаемостью.

Равновесие экосистемы определяется не только числом видов, родов, семейств клещей, но и разнообразием рельефа и почв, произрастающими видами древесных растений. Современное изучение клещей древесных растений является необходимым компонентом в исследовании сообществ фауны и флоры различных экосистем.

## Выводы

1. Фауна клещей древесных растений Национального парка «Нижний Днестр» представлена 71 видом, относящихся к 27 родам (Хищники – *Euseius, Amblyseius, Neoseiulus*, *Anthoseius*, *Kampimodromus, Dubininellus*, *Typhloctonus, Typhlodromus, Seiulus*, *Zetzellia, Cunaxoides;* Фитофаги – *Amphitetranychus, Bryobia, Homonychus, Eotetranychus, Tetranychus, Schizotetranychus, Cenopalpus, Tetranycopsis, Acotyledon;* Микофаги – *Lorryia, Tydeus, Triophtydeus, Homeopronematus, Pronematus, Paralorrya, Tarsonemus*) из 9 семейств (Хищники – Phytoseiidae, Cunaxidae, Stigmaeidae; Фитофаги – Bryobiidae, Tetranychidae, Acaridae; Микофаги – Tydeidae, Tenuipalpidae, Tarsonemidae).
2. Обнаружено 39 редких видов клещей фауны Республики Молдова.

## Литература


1. Lege Nr. 71 din 31 martie 2022 pentru fondarea Parcului Național „Nistrul de Jos” și modificarea Legii nr. 1538/1998 privind fondul ariilor naturale protejate de stat. Publicat: 22.04.2022 în Monitorul Oficial Nr. 120-127, art. 218. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=130955&lang=ro
2. https://cms.ecocontact.md/uploads/ecocontact/originals/
3. Закон Республики Молдова от 25 февраля 1998 г. № 1538-XIII. О фонде природных территорий, охраняемых государством (с изменениями и дополнениями по состоянию на 09.06.2022 г.).
4. Kulikova Ludmila. Mites (Parasitiformes and Acariformes) of trees from landscape reserves of the Republic of Moldova // Journal of Wetlands Biodiversity. Published by Museum of Braila “Carol I”, Dept. of Natural Sciences, Braila Romania, 2016, V. 6, p. 167-173.

# ВІДНОВЛЕННЯ І ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ПІВДЕННОГО БУГУ НА МИКОЛАЇВЩИНІ

***В.М. Курепін***
*Миколаївський національний аграрний університет,*
*e-mail: kypinc@ukr.net*

Часто люди не можуть усвідомити і побачити, як їхня діяльність впливає на екосистему навколо них, і як зміна клімату впливає на життя звичайного міста. Зміни відбуваються поступово, але коли стають помітними – час рахувати збитки, а не дивуватися. Сучасне господарське освоєння річок України, зокрема Південного Бугу, спричинило ряд екологічних проблем, що зумовило погіршення якості поверхневих вод, а це, в свою чергу, призвело до екологічних проблем їх господарського використання. Внаслідок інтенсивного зростання антропогенного впливу на р. Південний Буг, активного господарського використання ресурсів річки значно знизилась якість води, збільшився вміст канцерогенів, нітратів, радіонуклідів, твердих відходів, відбувається поступове знищення водної екосистеми, порушення взаємозв'язків між її компонентами.

Ключові слова: екологічні проблеми, екологічний стан, освоєння річок, антропогенній вплив, природокористування.

## RESTORATION AND CONSERVATION OF WATER RESOURCES SOUTHERN BUG IN MYKOLAIV

*Often people cannot realize and see how their activities affect the ecosystem around them, and how climate change affects the life of an ordinary city. Changes occur gradually, but when they become noticeable, it is time to count the losses, and not to be surprised. The modern economic development of the rivers of Ukraine, in particular the Southern Bug, has caused a number of environmental problems, which has led to the deterioration of the quality of surface waters, and this, in turn, has led to environmental problems of their economic use. As a result of the intensive growth of anthropogenic influence on the South Bug River, the active economic use of the river's resources, water quality has significantly decreased, the content of carcinogens, nitrates, radionuclides, and solid waste has increased, the water ecosystem is gradually being destroyed, and the relationships between its components are being disrupted.*

***Key words:*** *ecological problems, ecological condition, development of rivers, anthropogenic impact, nature management.*

### Методи та матеріали

Південний Буг є найбільшою річкою, басейн якої повністю розташований в межах України. Вона належить до великих річок басейну Чорного моря, що перетинає і Миколаївську область. На сьогодні існує ряд проблем природокористування в басейні Південного Бугу. Це і нераціональне та екологічно-небезпечне водовикористання, і забруднення води, і порушення екологічної інфраструктури води, і багато інших.

Важливим є передбачення негативних наслідків на природні ресурси річки. Це можливо зробити лише на основі систематичних досліджень, активності та інтенсивності обговорення проблеми на різних рівнях, у тому числі і державних кабінетах влади. Науковці зазначають, потрібен стратегічний план дій, що допоможе уникнути нераціонального використання природних ресурсів Південного Бугу та створити умови для вирішення питань щодо оптимізації антропогенного навантаження на річку і відновлення природної здатності її екосистеми до самовідновлення і самоочищення.

Проблеми, маємо дійсно складні, і, нажаль, на їх подолання треба багато часу. Але спільнота, науковці, представники місцевих органів влади та бізнесу налаштовані оптимістично та впевнені, що рішення є, і треба діяти.

### Результати та обговорення

Обміління Південного Бугу – загроза для екології Миколаївського регіону, води в одній з найбільших річок України стає все менше. Це загрожує не тільки економіці, але, перш за все, екології регіону [1]. Вирішити проблему можна шляхом комплексного поєднання збереження біорізноманіття

з інтегрованим управлінням водними ресурсами та збалансованим веденням сільського господарства в басейні р. Південний Буг.

Ще 20 років тому Південний Буг був судноплавним, мав глибину близько 3 м, але з року в рік обміління річки збільшується [2]. Сьогодні річка являє собою широку долину з низькими, вкритими очеретом заболоченими берегами з рельєфом, сформованим зсувними та ерозійними процесами, замуленим дном та широким розповсюдженням водоростей. Інтенсивне розмноження одноклітинних і багатоклітинних організмів провокують так звану евтрофікацію – збільшення біогенних речовин у водоймі, що викликає бурхливе розмноження водоростей, зниження прозорості води. Ці водорості поглинають доступний у воді розчинений кисень у глибинних шарах та провокують масову загибель водних організмів.

Щороку води стає все менше, вона більше прогрівається, а значить кількість розчинного кисню у воді зменшується. Цим киснем, розчиненим у воді, дихає риба, а без нього вона гине [3]. Особливо ситуація загострюється у спекотну літню пору. Усі ці факти свідчать про високі ризики зменшення водності Південного Бугу через прямий, і опосередкований вплив.

Маловодність та обміління річки сприяє розростанню очерету, що призводить до застійних явищ, «цвітіння води», розповсюдження гнилистих бактерій. Як наслідок, водна артерія річки поступово заболочується та перестає бути річкою: порушується її природний стік, циркуляція, дренажні властивості тощо. Риба, що залишилась в такій водоймі, гине.

Зменшення води в річках – це проблема не лише екологічного, але й економічного і техногенного характеру [4]. Обміління загрожує не тільки рибі, але й життю та господарській діяльності людини – все більше ми відчуваємо проблему нестачі прісної води, очеретові зарості «відвойовують» не тільки водний простір річки, але й розповсюджуються по всьому узбережжю, захоплюючи пляжі, човнові станції та водні пристані.

Мешканці міста Миколаїв вже довгий час п'ють дніпровську воду, річка Дніпро вважається для миколаївців най головною водною артерією, а водовід «Дніпро – Миколаїв» стратегічним об'єктом регіону. Проте питання забезпечення населення Миколаївської області, в тому числі і м. Миколаїв, достатньою кількістю доброякісної питної води залишається складним і невирішеним остаточно [5]. Миколаївська область, як і всі південні області України, відчуває гострий дефіцит питних вод. Недостачу питної води відчуває багато населених пунктів області, а в подальшому очікується ще більше зростання водного дефіциту.

Неоднозначність ситуації полягає в тому, що до поверхневих джерел водопостачання в області віднесені річки Південний Буг, Інгул, Інгулець, Синюха. Незважаючи на достатню кількість річок та джерел питної води, річка Дніпро остається основним джерелом питної води для обласного центру – міста Миколаєва. Водозабір потужністю 280 тис. м$^3$/добу знаходиться у районі села Нікольське Херсонської області, звідки по водоводу «Дніпро-Миколаїв» протяжністю 73 км непідготовлена вода транспортується на міські очисні споруди.

Міське комунальне підприємство «Миколаївводоканал» щодня забезпечує безперебійну роботу насосного обладнання та доставку води до очисних споруд водопроводу в Миколаєві, працівниками водоводу виконуються значні об'єми робіт: капітальні ремонти електродвигунів, насосних агрегатів, ремонт та очищення резервуарів чистої води, ліквідація великої кількість аварійних поривів магістральних трубопроводів на водоводі тощо. А це, враховуючи роки експлуатації, мільярди гривень, які можно і треба використовувати на захист навколишнього середовища та стале використання водних та інших ресурсів у басейні річки Південний Буг.

Для забезпечення водою населення та галузей народного господарства та подолання зазначених проблем, має злагоджено діяти чотири складові: громада, науковці (особливо щоб дати громаді інформаційне підґрунтя із фактами та дослідженнями), влада та бізнес [6]. Тільки об'єднавши зусилля, є реальні шанси «перемогти» існуючі загрози та подолати існуючі проблеми.

За результатами моніторингових досліджень, через високу концентрацію у м. Миколаєві промислових об'єктів, найбільше антропогенне навантаження в області йде на води Бузького лиману. До згаданого водного об'єкту здійснюють скид зворотних вод 14 підприємств – водокористувачів, що складає 32% від загальної кількості водокористувачів, що скидають стоки до водних об'єктів Миколаївщини [7]. Тільки в 2021 році було скинуло після очищення на міських очисних спорудах біологічної очистки м. Миколаєва 23,1 млн.м$^3$/рік недостатньо очищених вод.

Охорона вод та відтворення водних ресурсів охоплює великий спектр завдань, що вимагає враху-

вання багатьох факторів. Водогосподарський комплекс потребує застосування новітніх технологій які дозволять підвищити якість вод і водокористування в Миколаївській області.

Тож, враховуючи це, першочерговими заходами у відновленні і збереженні водних ресурсів одній з найбільших річок України повинні стати: екологічна оцінка процесу зарегулювання річці; впорядкування водоохоронних зон та прибережних захисних смуг; залісення, винесення на місцевості меж прибережних захисних смуг; проведення робіт по очищенню дна; підвищення екологічної свідомості у жителів: розповсюдження екологічних знань про те як раціонально використовувати воду.

Вирішити дану проблему за думкою фахівців та екологів можна за рахунок здійснення різноманітних пілотних проєктів, які дозволять здійснювати неупереджений аналіз існуючого стану водогосподарського комплексу, прийняти обґрунтовані рішення та моделювати розвиток ситуацій щодо захисту навколишнього середовища та сталого використання водних та інших ресурсів у басейні річки Південний Буг.

Амбітний проєкт «Поліпшення судноплавних умов водних шляхів р. Південний Буг від м. Вознесенськ до м. Миколаїв» самостійно, без державної підтримки, розпочала та здійснює компанія «Нібулон», що передбачає поглиблення суднового ходу на довжині 102,2 км від м. Миколаєва до м. Нова Одеса до проєктних глибин 2,90 м; від м. Нова Одеса до с. Прибужани (Вознесенський район) – до проєктних глибин 2,65 м. Повномасштабна реалізація проєкту призвана відновити судноплавство Південним Бугом [8]. Проте проєкт більше шести років гальмувався у владних кабінетах та так і не отримав державного фінансування. В умовах тотальної бездіяльності та байдужого ставлення державних виконавчих органів всіх рівнів компанія реалізовує проєкт за власними інвестиціями.

Реалізація проєкту передбачає не тільки підчищення глибин суднового ходу, але і мінімізація впливу на сформовану екосистему Південного Бугу, поліпшення його гідрологічного, санітарного та екологічного стану.

Виконання робіт відбувається виключно в тих місцях, де рівень глибин нижчий, аніж потрібно для судноплавства, і проводиться шляхом повернення донних ґрунтів (чистих і безпечних за результатами аналізу незалежної лабораторії) на берегові ділянки, місце розташування яких узгоджене сільрадами у складі проєкту. Завдяки очищенню дна, за даними контрольних замірів Державної служби геології та надр України, Миколаївського обласного управління водних ресурсів, прискорився потік річки, зменшилися застійні явища та «цвітіння води», відродилися її дренажні властивості, що, у свою чергу, забезпечує зменшення підтоплених заплавних ділянок річки та площі заболочених берегів. Повернення донних ґрунтів на берегові ділянки підняв рівень берегів, сприяє зменшенню еродованих площ, вирівнюванню берегової лінії та поліпшує поживну цінність ґрунтів берегових зон.

Дослідження донних ґрунтів було проведено Миколаївською філією ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України», ХТЛ ТОВ СП «Нібулон», які підтвердили їх екологічну безпечність з точки зору можливого забруднення земель важкими металами, нафтопродуктами, хлорорганічними пестицидами, радіологічними складовими.

Наявність позитивних висновків та зацікавленість громадськості, державних органів місцевої та центральної виконавчої влади до проєкту «Поліпшення судноплавних умов водних шляхів р. Південний Буг від м. Вознесенськ до м. Миколаїв» може допомогти збільшити площину земель для пасовищ. Найкраще місце для годування худоби, як відомо, біля річки, але сьогодні, на жаль, площа цієї території є невеликою, але й та – поступово заростає очеретом і перетворюється на болото. Тому було вирішено засіяти відвал ґрунту багатолітніми травами, повернути стан берегів близький до природного і, таким чином, створити нові пасовища. Таким чином були враховані проблеми людей, селян, завдяки реалізації проєкту колись заболочена місцевість наразі є гарним пасовищем. За рахунок складування ґрунтів територія для пасовищ буде постійно збільшуватися.

Безсумнівно, проведення таких робіт – це втручання в екосистему. Задля мінімізації впливу на об’єкти навколишнього природного та соціального середовищ у проєктних рішеннях втілено результати моніторингу ґрунтів, рекомендації науковців Херсонського державного університету, Миколаївського обласного управління водних ресурсів, що розроблені на замовлення компанії.

Моніторинг об’єктів природного середовища продовжується і в ході реалізації проєкту: Інститут рибного господарства Національної академії аграрних наук України виконує натурні іхтіологічні спостереження, а атестовані лабораторії проводять дослідження донних ґрунтів. За результатами моніторингу уточнюється обсяг компенсаційних заходів, зокрема за шкоду рибному господарству. Таким чином, негативні наслідки зводяться до мінімуму, а позитивні вже відчуваються у теперішній час.

## Висновки

Проєкт, замовником якого є компанія «Нібулон», нагадує поширену сьогодні в Європі практику ревіталізації річок, спрямовану на відтворення природних територій, зокрема шляхом управління басейнами річок і створення берегоукріпних споруд, що забезпечує стабілізацію гідрологічного режиму у річці, покращення місць життя водних організмів, сприяє формуванню естетичної та інвестиційної привабливості прибережних територій. Такі проєкти сьогодні успішно реалізовані в Німеччині, Чехії, Великобританії.

## Література


1. Курепін В.М., Іваненко В.С. Механізм управління екологічною безпекою об'єктами господарювання на засадах маркетингу // Обліково-аналітичне і фінансове забезпечення діяльності суб'єктів господарювання: національні, глобалізаційні, євроінтеграційні аспекти : матеріали IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Миколаїв, 20-21 листопада 2019 р. – Миколаїв: МНАУ, 2019. – С.169-172. URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6411.
2. Артюхова Н.С. Загальна характеристика басейну річки Південний Буг та його іхтіофауни // Academician Leo Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles Bendery, Moldova: Eco-TIRAS, 2021. С. 280-284. URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8876.
3. Кузьміна Т.М. Аналіз стану водних ресурсів в Миколаївський області // Academician Leo Berg – 140 years: Collection of Scientific Articles. Bendery, Moldova: Eco-TIRAS, 2021. С. 389-394. URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8877.
4. Курепін В.М., Іваненко В.С. Екологічні виклики регіону // День Землі – Earth Day [Електронний ресурс] : тези доповідей здобувачів вищої освіти спеціальностей 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 квітня 2020 року. – Миколаїв: МНАУ, 2020. – С. 28-31. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7041.
5. Курепін В.М., Блащук В.В. Водопостачання для населення і раціональне використання водних ресурсів // Збереження планети – глобальні виклики, загрози, можливості на засадах результативного партнерства: тези доповідей тематичного круглого столу з питань екологічної безпеки до Всесвітнього Дня Землі – Earth Day, м. Миколаїв, 22 квітня 2022 року / Миколаївський національний аграрний університет. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 5-9. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11311.
6. Вишневська О.М. Земельно-ресурсний потенціал сільських територій: теоретичні й практичні аспекти: монографія / О.М. Вишневська, О.С. Альбещенко, Н.В. Бобровська. – Миколаїв, 2018. – 184 с. URL: http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/5578.
7. Курепін В.М. Відновлення і збереження водних ресурсів Південного Бугу // Глобальні ризики у формуванні міжнародної екологічної безпеки. Збережемо джерело життя – воду! [Електронний ресурс]: тези доповідей здобувачів вищої освіти спеціальностей 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті до Всесвітнього Дня водних ресурсів, м.Миколаїв, 22 квітня 2020 року. – Миколаїв: МНАУ, 2020. – С. 18-22. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7055.
8. Проект компанії «Нібулон» «Поліпшення судноплавних умов водних шляхів р. Південний Буг від м. Вознесенськ до м. Миколаїв».


# МОЖЛИВІСТЬ ВІДРОЖДЕННЯ РІЧКИ ПОЛТВИ: РЕАЛІЇ ЧИ МАСШТАБНІ ПРОБЛЕМИ


***В.М. Курепін***

*Миколаївський національний аграрний університет, e-mail: kypinc@ukr.net*


Десятки тисяч малих річок повністю або частково зникли через природні та природно-антропогенні причини: зміни клімату, переформування русел, природні сукцесійні процеси, осушувальну меліорацію, забір води для господарських цілей, зведення водосховищ, вирубування лісів, розорювання земель, розширення площ населених пунктів, розбудову промислових вузлів, транспортних шляхів тощо. Десятки малих річок «похоронені» під асфальтом великих міст, «закуті» у підземні труби, висохли внаслідок засмічення та замулення джерел і криниць. Стан малих річок є індикато-

ром станів всієї річкової мережі кожної країни. Тому так важливо здійснювати спеціальні комплексні заходи для захисту малих річок від зменшення водності, забруднення та пересихання й спрямовувати їх на ліквідацію негативного впливу антропогенних факторів.

*Ключові слова: малі річки, переформування русел, великі міста, зменшення водності, впливу антропогенних факторів.*

## THE POSSIBILITY OF REVIVAL OF THE POLTVA RIVER: REALITIES ARE THE SCALE PROBLEMS

Tens of thousands of small rivers have completely or partially disappeared due to natural and natural-anthropogenic causes: climate change, reshaping of riverbeds, natural successional processes, drainage reclamation, water withdrawal for economic purposes, construction of reservoirs, deforestation, land plowing, expansion of settlements, development industrial nodes, transport routes, etc. Dozens of small rivers are «buried» under the asphalt of large cities, «encased» in underground pipes, dried up due to clogging and siltation of springs and wells. The state of small rivers is an indicator of the state of the entire river network of each country. That is why it is so important to carry out special comprehensive measures to protect small rivers from water loss, pollution and drying up, and direct them to eliminate the negative impact of anthropogenic factors.

*Key words: small rivers, reshaping of riverbeds, large cities, reduction of water level, influence of anthropogenic factors.*

**Методи та матеріали.** Екологічна ситуація у місті Львові зумовлена специфічним для нього, тісно переплетеним комплексом природних, містобудівних, інженерних, соціально-економічних та інших умов й ускладненими у зв'язку з цим спробами її поліпшення. Вона також характеризується незадовільною здатністю довкілля до самопідтримання і самовідновлення. Важливою екологічною проблемою міста є забруднення поверхневих вод. Перш за все це стосується р. Полтви, котра вважається найбільш забрудненим водним об'єктом басейну Західного Бугу, що, крім локальних, створює і міжнародні ускладнення.

Багато річководолинних ландшафтів під тиском господарювання людини зазнають перетворень і нищень. Відбувається інтегративне полікомпонентне забруднення ландшафтів – механічне, теплове, шумове, електромагнітне, хімічне й біотичне. Важливим завданням сьогодення є збереження природи та її захист.

**Результати та обговорення.** Львівська річка Полтва з численними притоками вільно протікала нинішніми вулицями міста до середини XIX ст. Однак більшість стічних вод в межах міста випускалися до річки, яка з часом перетворилася на відкритий каналізаційний колектор [1].

Доки середмістя оточували мури проблема не була такою актуальною. У 1878 році львівський цивільний інженер Людвік Радванський подорожував по Німеччині, де мав можливість ознайомитися з досвідом будови каналізації кількох німецьких міст. Відомий інженер був противником використання Полтви для відведення стічних вод та фекалій, пропонуючи закладення колекторів на обох її берегах.

Фінансовий стан міста на той час не дозволяв впровадження у Львові роздільної системи каналізації. Міська Рада і магістрат міста враховуючи відсутність домових водопроводів, нещільної забудови передмість вирішили провести перекриття ріки із подальшим засклепінням.

Розливи, сморід, який часто йшов від річки, захаращеність її сміттям, а також потреба розвитку міста, що давно вийшло за межі середньовічних мурів, спонукало міських урядників до ідеї заховати Полтву під землю, водночас перетворивши її в міську каналізацію, якої на той час гостро потребував Львів. У 1884 році міські райці остаточно ухвалили рішення про перекриття Полтви, що мало перетворити живий потік у підземну річку – своєрідний львівський Стікс.

Грандіозний проєкт почався у 1879 року під керівництвом будівничого Флоріана Ундерки, було засклеплено перші ділянки річки [2]. Проведення робіт неодноразово призупинялося за нестачею коштів та технічних причин. Перший етап засклепіння львівської Полтви було завершено у 1890 році. Було закрито русло Полтви в районі площі Зернової і перекрито річку дубовими плахами на площі Різні. До 1895 року було перекрито 837 метрів Полтви.

Другий етап перекриття та засклепіння Полтви розпочався напередодні Першої Світової війни. Подальші події змусили відкласти сміливі задуми до більш сприятливих часів і лише у 1921 році місто

знову мало можливість продовжити роботи. Масштабні роботи безпосередньо на теренах міста було завершено у середині 1920-х років. У подальші роки відбувались лише поодинокі, локальні зміни вже не пов'язані з регуляцією Полтви, річку продовжували каналізувати. Сьогодні практично усі потоки у межах міста протікають під землею.

Урбанізація як історичний процес зростання ролі міських поселень росте рік в рік та досягла значних масштабів [3]. Причинами такого стану повільні темпи модернізації виробничих циклів з перевагою використання ресурсоємних технологій виробництва; стан системи водовідведення, накопичення значних обсягів відходів, відсутність ефективних способів їх збирання та видалення, прояв небезпечних геологічних процесів, низька екологічна свідомість населення, відсутність низки правових норм тощо.

За даними Волинського центру з гідрометеорології, який здійснює контроль якості поверхневих вод у воді р. Полтви біля Львова на відстані 1,5 км від очисних споруд 20% проб не відповідало нормативам. Зоопланктон річки і надалі знаходиться у стані екологічного та метаболічного регресу. Причиною забруднення р. Полтви фахівці вважають поступання фільтрату з мулових майданчиків каналізаційних очисних споруд та забруднення річки стічними водами населених пунктів, які розташовані вище створу, де здійснює аналіз води Волинський центр по гідрометеорології.

Сьогодні річка перетворилася на каналізацію, нечистоти з усього Львова, що потрапляють у неї, доходять до Західного Бугу, що на території Польщі, і навіть до Вісли. Фахівці наголошують, необхідно подбати про очищення львівської підземної річки, створити якісну каналізаційну систему, вивести річку на поверхню. Чиновники Львівської мерії відреагували на цю ідею позитивно, хоча як саме це зробити, не знають.

Результати дослідження проб води з Полтви невтішні, щороку вода стає все бруднішою. У воді Полтви постійно виявляють перевищення норми фосфатів, азоту, нітратів, токсичного аміаку. Відходи каналізації потрапляють у воду, а їх потрібно переробляти на очисних спорудах, щоби у річку входила чиста вода [4]. Найгірша ситуація – у центрі міста Львова. Каналізаційна система Львова є недосконалою, багато проривів і витоків.

Екологічний стан львівської підземної річки Полтви схвилює і міжнародну громадськість. Провідні фахівці-екологи, інженери та громадські діячі, що Львову бракує водойми. Вони вказують на те, що є позитивні приклади відкриття річок, але це дуже затратні проєкти. Для міста, з екологічної точки зору, ідея доцільна, але технологічно складна і витратна (врахування гідрологічного режиму міста, особливості забудови підземної частини старого міста, широке поєднання з каналізаційною системою).

Чому не шукали інших, більш гуманістичних шляхів приборкання норовливої ріки, і одночасно боротьби за чистоту міста, ніж каналізувати Полтву? Питання риторичне, але ми знаємо, що з того вийшло. Львів фактично втратив так необхідну йому ріку, хоча в свій час цілком серйозно розглядалась навіть перспектива зробити його важливим портом на водному шляху від Балтійського до Чорного моря. Європейські експерти буквально волають – сьогодні колись повноводна і чиста Полтва на 60% складається з каналізаційних вод.

Можна безкінечно заявляти про європейські устремління, при цьому забруднювати європейські ріки, Західний Буг, Віслу, басейну Європейського Балтійського моря органічними відходами, фосфатами, нітратами, аміаком та іншими забруднювачами.

Над ревіталізацією Полтви у Львові задумалися ще у 2008 році. Одним з перших став проект Leo Poltvis. Полтву можна відновити та очистити, якщо з неї вивести каналізацію. Інженерні проєкти міжнародних фахівців тому підтвердження: у Лейпцигу відкрили підземну річку Пляйсе, таким шляхом пішли у Венеції, Варшаві та Лодзі. У цих містах річкам дали друге дихання, там каналізаційні стоки проходять через систему очистки.

Так потрібна ревіталізація Полтви, чи ні? Так потрібна, але це питання досить складе. Неможливо в водночас ліквідувати бульвари, вулиці, парки та сквери. Варто упорядкувати та врятувати витоки річки, очисти від сміття, адже міські очисні споруди – у аварійному стані.

Ревіталізація Полтви повинна початися з її відокремлення від каналізаційної системи. Це дуже дорого, але важливо. Потрібно змінити нашу свідомість та за допомогою культури підкреслити важливість річок. Це можна робити за допомогою річкових фестивалів, мистецьких заходів. Такі акції покликані змінити свідомість людей, розвинути культурну активність міста [5], вивчити річку як урбаністичну територію, яку слід розвивати як інструмент соціальної інтеграції. Кілька років тому у

Львові було проведено кілька гучних акцій на підтримку ідеї відновлення річки, випустили присвячені цій проблемі книжки та кінофільми,організували міжнародну конференцію «Стан та перспективи Полтви у Львові».

Заплющіть очі і уявіть, яким був би Львів, якби сьогодні ми мали ріку. На численних набережних міста можна було б винайняти старенького, втім яскраво розмальованого човна, здійснити прогулянку [6]. Річкова вода колихала б чималий човен-кав'ярню, де подавали б найсмачнішу каву в місті. Щодня львів'яни, повертаючись додому, могли б милуватися відображенням старих будинків у воді.

Все це могло би трапитися, якби свого часу річці дали шанс. Втім, сталось інакше – Полтву заховали під землю, змішали з нечистотами та прирекли на забуття. Чи має ріка можливість для зцілення, якщо не фізичного, то бодай в свідомості людей, у Львові замислилися лише тепер, через понад століття після її ув'язнення.

**Висновок.** Розвиток урбанізації призвів до формування зон активної взаємодії територіальних спільнот людей з довкіллям. Результатом цього є забруднення та деструктуризація компонентів довкілля, насамперед за рахунок виробничої і комунально-побутової діяльності населення та погіршення природних умов життя людей, що негативно впливає на їх здоров'я.

### Література


1. Курепін В.М., Іваненко В.С. Екологічні виклики регіону // День Землі – Earth Day [Електронний ресурс] : тези доповідей здобувачів вищої освіти спеціальностей 071 «Облік і оподаткування», 072 «Фінанси, банківська справа та страхування» та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на обліково-фінансовому факультеті, м. Миколаїв, 22 квітня 2020 року. – Миколаїв: МНАУ, 2020. – С. 28-31. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/7041.
2. Географічна енциклопедія України: в 3-х томах / Редколегія: О.М. Маринич (відпов. ред.) та ін. – К.: «Українська Радянська Енциклопедія» ім. М.П. Бажана, 1989.
3. Курепін В.М., Іваненко В.С. Механізм управління екологічною безпекою об'єктами господарювання на засадах маркетингу // Обліково-аналітичне і фінансове забезпечення діяльності суб'єктів господарювання: національні, глобалізаційні, євроінтеграційні аспекти: матеріали IV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, м. Миколаїв, 20-21 листопада 2019 р. – Миколаїв: МНАУ, 2019. – С. 169 – 172. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6411.
4. Курепін В.М. Вода, як цінність людського життя // Захист водних ресурсів – Глобальні виклики, загрози опустелювання територій, міжнародні зобов'язання держав світу: тези доповідей з щорічного тематичного «круглого столу», м. Миколаїв, 22 березня 2022 року. Миколаїв: МНАУ, 2022. С. 13-16. URL:https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/11214.
5. Лазіс М.І. Людська активність та її сутність // Актуальні проблеми життєдіяльності людини в сучасному суспільстві: тези доповідей здобувачів вищої освіти інженерно-енергетичного факультету та інших учасників освітнього процесу за результатами тематичного «круглого столу» на інженерно-енергетичному факультеті, м. Миколаїв, 18-20 листопада 2020 р. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2020. С. 39-40. URL:http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8140.
6. Іваненко В.С. Перспективи розвитку екологічного туризму на Миколаївщині // Розвиток територіальних громад: правові, економічні та соціальні аспекти: матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., Миколаїв-с.Коблеве, 9 червня 2022 р. – Миколаїв: МНАУ, 2022. – С. 152-154.


## REMOTE SENSING TECHNIQUES TO ANALYZE VEGETATION CHANGES AND EROSION POTENTIAL IN THASOS ISLAND (GREECE) AFTER THE WILDFIRE OF 2013


***Paschalis Koutalakis and George N. Zaimes***

*Laboratory of Geomorphology, Edaphology and Riparian Areas (GERi lab), Department of Forestry and Natural Environment Sciences, International Hellenic University*

*1st km Drama-Mikrohoriou, Drama, 66100, Greece*

*Tel. (+30) 25210 60416; e-mail: gerilabihu@gmail.com*


### Abstract


Wildfires in the Mediterranean region is a serious problem and monitoring their effects is of highest importance. Greece, as part of the Mediterranean region, is a highly prone area, suffering from many wildfires

each year, especially during summer. Thasos Island, located in northern Greece, is a representative natural "laboratory" because of the landscape and the vegetative diversity in a relatively small area but also because it has experienced many wildfires from 1984 until now. The study focused around Kallirachi-Maries area in the western part of Thasos due to the wildfire of 2013. Two high resolution satellite images before and after the wildfire of 2013 were used in order to obtain the NDVI vegetation index and study the post-fire vegetation regrowth and soil erosion potential. The image analysis captured a burnt area of 4 $km^2$ but the overall affected area was even greater. The specific methodology, presented in this study, is very helpful in order to monitor wildfire impacts and would be beneficial if adopted by the responsible authorities.

## Introduction

Wildfires can have serious impacts on the environment, by rapid and major changes on the landscape, thus influencing ecosystem processes and causing economic losses. These are caused because of the immediate vegetation loss, and consequent soil erosion and flood phenomena that occur (Leon et al., 2012). The Mediterranean Basin, including Greece, is a highly vulnerable area because of its highly population density, climatic conditions and frequent occurrence of wildfire events (Pausas et al., 2008). There are many methods that have been developed for mapping, measuring and monitoring wildfires and their impacts (Bettinger, 2010). Many of these methods have been applied in Greece, as well as in other Mediterranean countries. These include the application of indices, fieldwork observations and monitoring instruments, remote sensing techniques and modeling tools (Koutalakis et al., 2015). Remote sensing utilizing satellite data, is an easy but also effective practice that offers the possibility of mapping, monitoring and estimating wildfire severity and soil erosion potential (Hazarika and Honda, 2001; Escuin et al., 2008). Satellite remote sensing systems and techniques represent a valuable way to gather and analyze post-fire impacts and monitor areas that could extent for thousand square kilometers (Gitas et al., 2012). In addition, remote sensing data can be processed in Geographic Information Systems or can be coupled with modeling tools to provide soil erosion risk assessment (Gitas et al., 2009; Sharma, 2010). The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is the main vegetation index widely applied for vegetation cover monitoring in remote sensing (Miao et al., 2012; Potter, 2014), but also for soil erosion monitoring because vegetation, is one of the most important factors offering protection against soil erosion (Vrieling et al., 2008). The main objective of the study was to use high spatial resolution satellite images in order to produce NDVI maps, study and analyze the post-fire impacts on vegetation and soil erosion in a recently burnt area of Thasos Island. This information could be used by the Forest Service or other land managers to assess the impacts of wildfires on Mediterranean islands and recommend sustainable and cost-effective nature-based solutions.

## Materials and Methods

### The study area

Thasos is a Greek island located at the most northern part of the Aegean Sea (40°34''-40°48'' N, 24°30''-24° 46'' E) (Figure 1). It is a typical Mediterranean island characterized by mild winters and dry summers with the highest temperatures occurring from the middle of July until the middle of August, which is also the period with the lowest precipitation (Ranis et al., 2015). Because of its climatic, geomorphologic, geologic and vegetative characteristics, as well as the wildfire history, Thasos is an excellent natural laboratory to study post-wildfire changes and soil erosion potential (Zaimes et al., 2016). Specifically, this study focused around the Kallirachi-Maries area (≈25 $km^2$) in the western part of Thasos (Figure 1). This area suffered from a wildfire that had started on August 16$^{th}$, 2013 and lasted for 16 days. Based on the Greek Fire Service reports, the wildfire burned an area of 5.5 $km^2$ around the Kallirachi-Maries area.

The hydrographic network of Thasos Island is formed by small ephemeral and intermittent streams (Figure 2). Based on the Strahler's Classification most streams are 1$^{st}$ to 2$^{nd}$ order while there are two stream reaches that are 3$^{rd}$ order that are tributaries to the main stream reach of Kallirachi that is 4$^{th}$ order. The hydrographic network of the study area is divided in the main watershed that belongs to Kallirachi area and other streams that discharge to the south part of the region that consist of the watershed of Thasos Island named "Maries Stream". The elevation ranges from the sea coast to an altitude of 800 meters as depicted in the Digital Elevation Model (DEM) (Figure 2). Generally, the area is mountainous with steep slopes that can be greater than 70% (Figure 3). Most areas have a West aspect and hill shade because is located in the western part of Thasos, but there are also many areas with North and South orientation (Figures 3 and 4). The area is covered by an alluvial plain of sediments in the lower altitudes while in the mountainous region it is

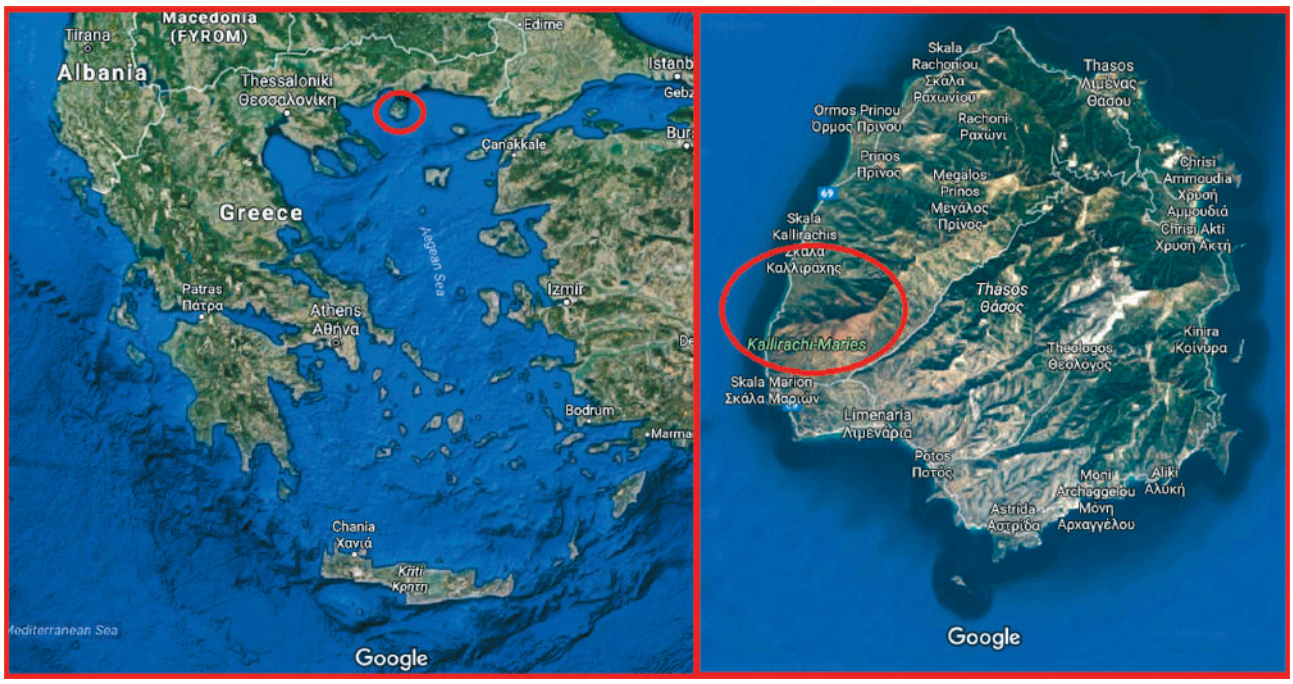



**Figure 1.** The location of Thasos in the North Aegean of Greece (left). The study area around Kallirachi-Maries area in Thasos Island.

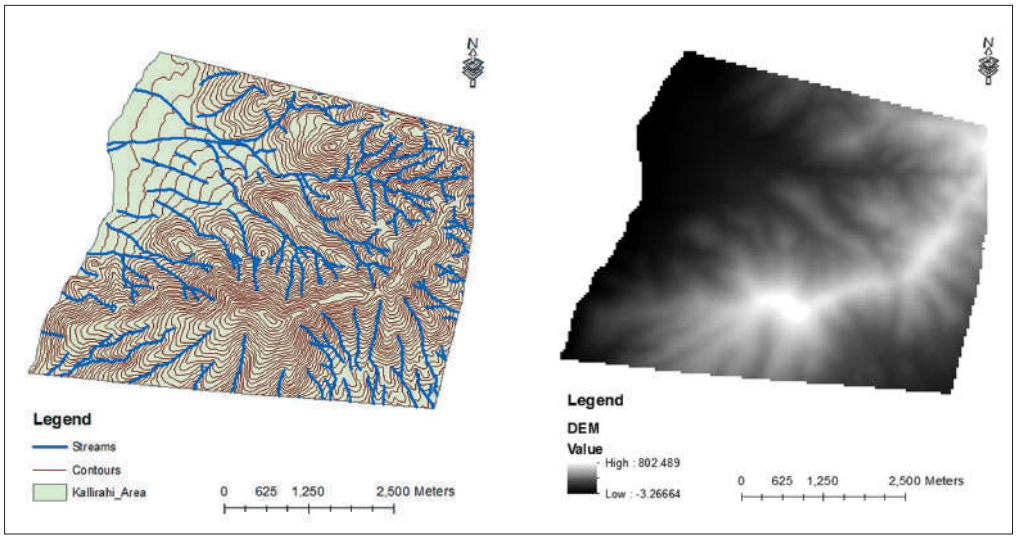



**Figure 2.** The hydrographic network and the contours (left) and the DEM (right) of Kallirachi-Maries area.

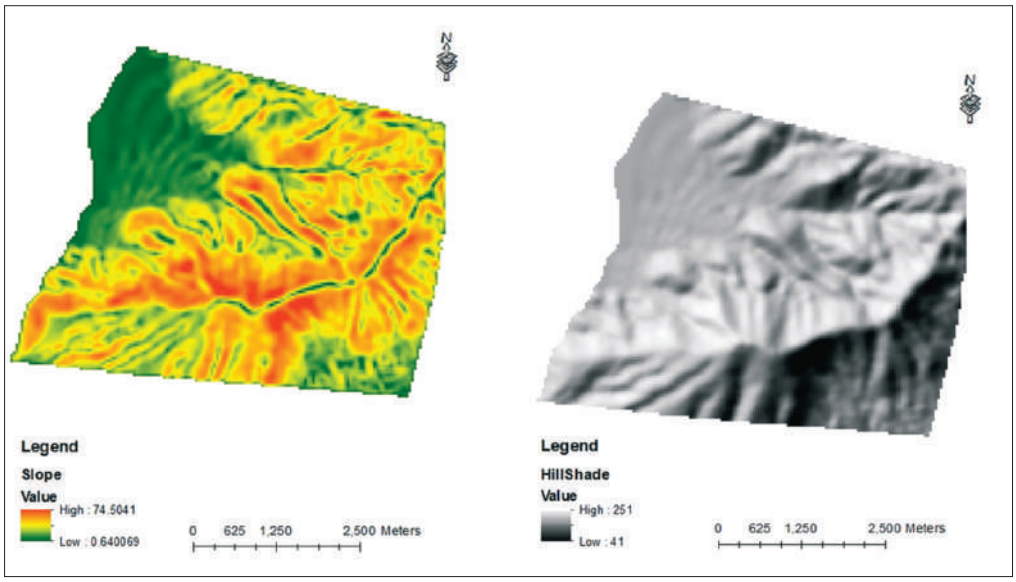



**Figure 3.** The slope (left) and the hill shade (right) of Kallirachi-Maries area

dominated by metamorphic rocks such as marble, dolomite, amphibolite, gneiss and schist. The main types of vegetation based on the CORINE categories are depicted Table 1 but also in Figure 4.

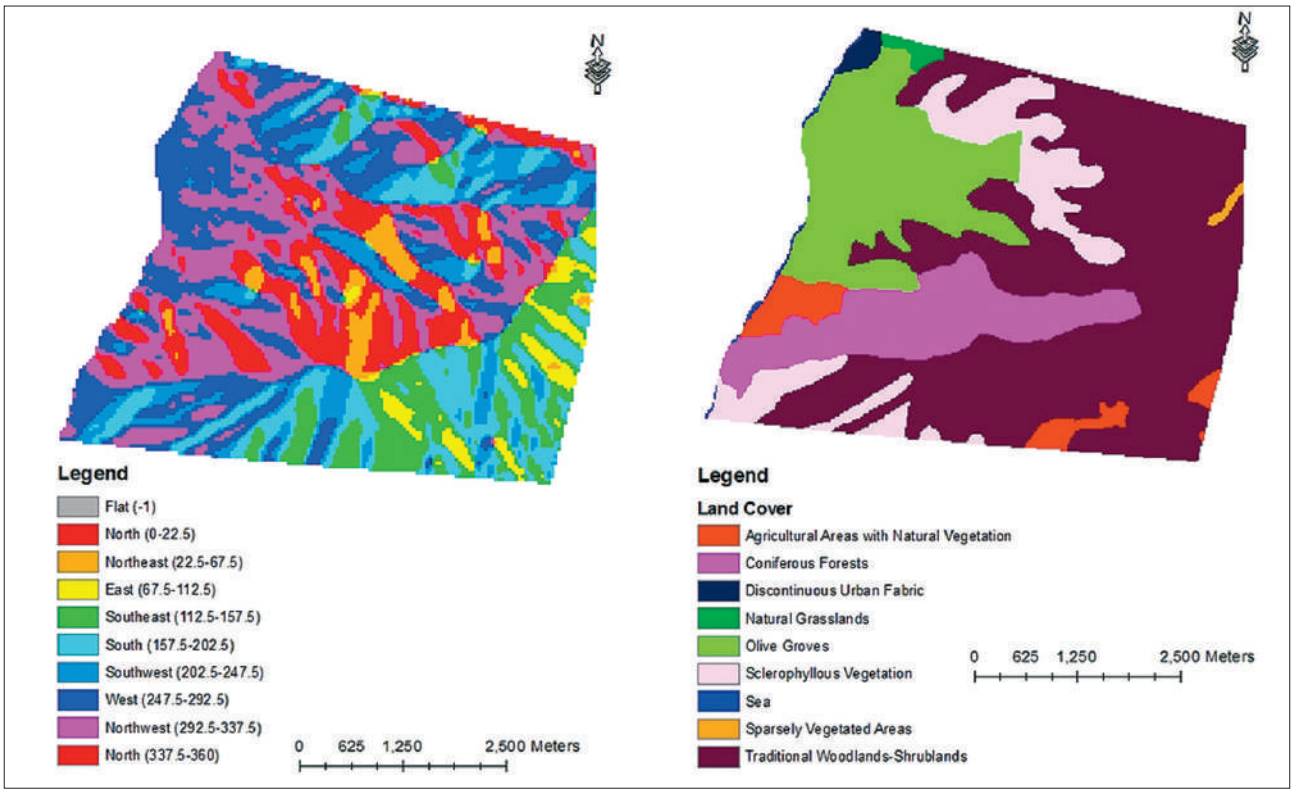



**Figure 4.** The aspect (left) and the land cover (right) of Kallirachi-Maries area

**Table 1. The Land Cover categories based on Corine 2012 and the covered area in square kilometers**

| Land Cover | Area (km²) |
|---|---|
| Discontinuous Urban Fabric | 0.168 |
| Olive Groves | 4.605 |
| Agricultural Areas with Natural Vegetation | 0.942 |
| Coniferous Forests | 3.226 |
| Natural Grasslands | 0.159 |
| Sclerophyllous Vegetation | 2.686 |
| Traditional Woodlands-Shrubs | 13.044 |
| Sparsely Vegetated Areas | 0.064 |
| Sea | 0.088 |
| **Summary** | **24.982** |

The satellite images

Two satellite images, of 0.5 meters resolution, specifically: a) WorldView-2 (29/09/2012) and b) Pléiades (19/07/2015) were acquired in order to study and analyze the area affected before and after the wildfire event of 2013 (Figure 5). Pléiades and WorldView-2 supply unprecedented detail and geospatial accuracy as their satellites have very high resolution. They belong to the class 6 (0.40-0.75 m Ground Resolution Distance), which means that an analyst can perform equivalent tasks on both of them as the same objects can be detected, recognized and identified (Poli et al., 2015). DigitalGlobe's WorldView-2 satellite sensor, launched on October 8, 2009 and provides panchromatic mono and stereo satellite image data. WorldView-2 operates at the altitude of 770 kilometers and captures pan-sharpened and multispectral images from almost 500 miles above the Earth (Wang et al., 2019). Multispectral images have the four (4) standard colors: red, blue, green and near-infrared (NIR) but also an additional four (4) new colors: red edge, coastal, yellow, near-infrared 2 (NIR2) (Lane et al., 2014). The Pléiades system was designed under the French-Italian ORFEO program

(Optical & Radar Federated Earth Observation) between 2001 and 2003 (De Lussy et al., 2005). Pléiades is composed of two twin satellites operating as a true constellation on the same orbit and phased 180° from each other (Kurczyński et al., 2017). Pléiades 1A launched on December 17, 2011 while Pléiades 1B on December 2, 2012 (Yang, 2018). The multispectral images in Pléiades system have four (4) standard colors: red, blue, green and near-infrared.

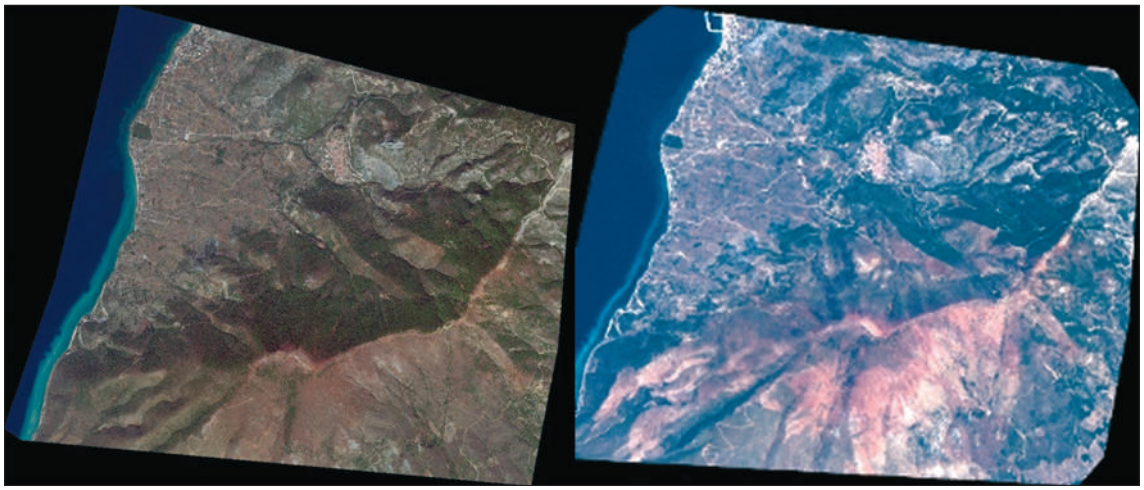


**Figure 5.** The satellite images were: WorldView-2 (29/09/2012) (left) and Pléiades (19/07/2015) (right).

The vegetation indices

The spectral vegetation indices can combine different spectral bands that belong mostly in the visible and near infrared regions of the electromagnetic spectrum (Viña et al., 2011). The development of spectral vegetation indices is a simple and convenient approach to extract information from satellite data. Many vegetation indices have been developed and applied for different uses and purposes, such as hazard management, flood and soil erosion mapping (Ho et al. 2010; Pérez-Cabello et al., 2006). Some examples of indices follow: i) Ratio Vegetation Index (Birth and McVey, 1968), ii) Normalized Difference Vegetation Index (Rouse, 1973), iii) Enhance Vegetation Index (Liu and Huete, 1995), iv) Soil Adjusted Vegetation Index (Huete, 1988). There are many other that have variations or other combinations of the spectral bands. A widely-used and well-known index is the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI); a well-established technique used to identify vegetation. In addition, NDVI can help identify vegetation changes before and after a wildfire event as well as to recognize the most vulnerable areas for soil erosion (Lentile et al., 2006). The rationale for this step is to determine the spectral potential of each sensor based on the NIR and Red (R) bands from a standardized algorithm (Huete, 1988):

$$NDVI = (NIR-R) / (NIR+R)$$

The NDVI was calculated in the ArcGIS environment for both satellite images. The results of this index were used to separate water bodies, non-vegetated and completely vegetated areas. The values of NDVI vary between -1.0 and +1.0. Negative values of NDVI correspond to water, values close to zero (−0.1 to +0.1) generally correspond to barren areas of rock, sand or snow, low positive values (0.2 to 0.4) represent shrubs and grassland while higher values indicate forests (0.6-0.8) (Lebedev et al., 2021) Based on the NDVI values of an image, it can be divided into classes that represented different ground covers, ranging from water areas to different types of vegetation.

## Results & Discussion

The implementation of the above-described methodology, produced images depicting the changes in the NDVI index before and after the wildfire. Specifically, Figure 6 depicts the NDVI index of satellite imagery WorldView-2 (before the wildfire of 2013) and the satellite image Pleiades (after the wildfire of 2013). Both NDVI images as well as the classified images (see Figure 7) clearly illustrate the evidence and the major effects of the wildfire on the vegetation, since the extent of the areas with low vegetation types and barren soil have been increased in size while in contrast the extent of forested areas has decreased. The changes in area

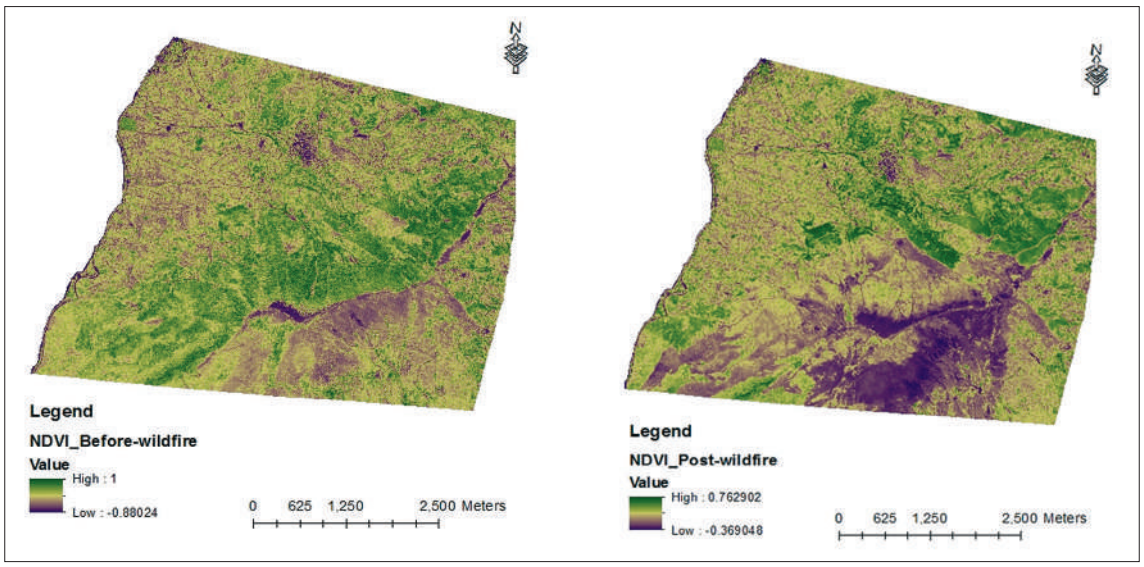



**Figure 6.** The NDVI index before (left) and after (right) the wildfire of 2013.

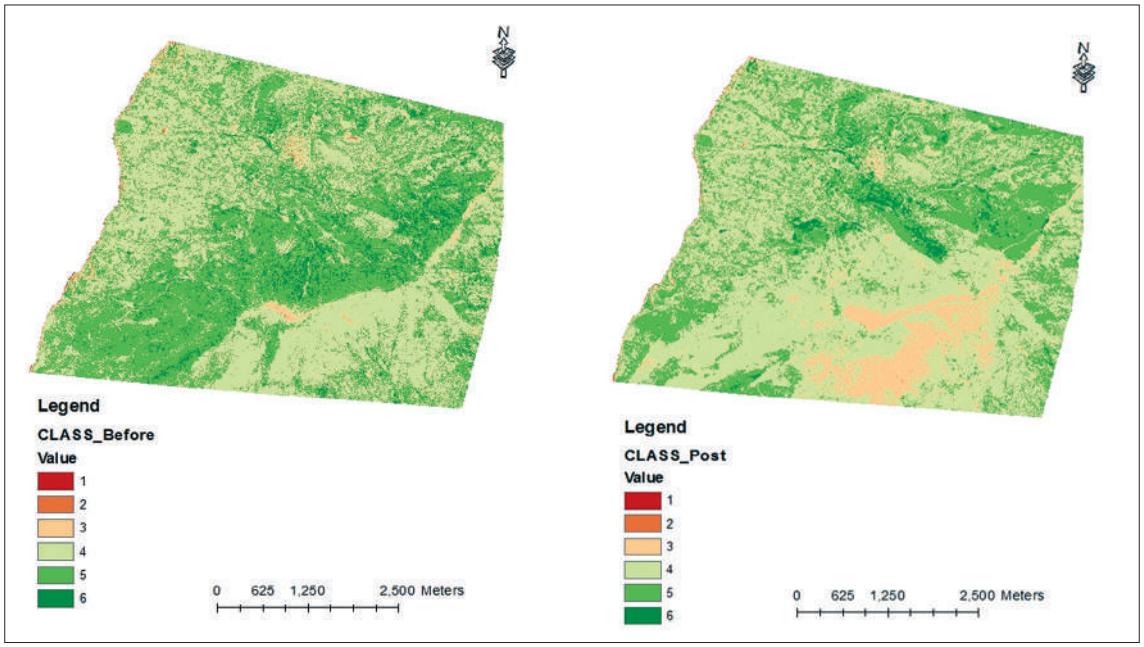



**Figure 7.** The classified NDVI index before (left) and after (right) the wildfire of 2013.

of the classified vegetation types before and after the wildfire are depicted in Table 2. These changes on the vegetation cover have also increased the potential of soil erosion.

**Table 2. The vegetation classes according to the NDVI values and the affected area in each class.**

| NDVI Class | NDVI Values | WV-2 Area ($km^2$) Before the wildfire | Pléiades Area ($km^2$) After the wildfire |
|---|---|---|---|
| 1 | -1.0 – -0.1 | 0.007 | 0.003 |
| 2 | -0.1 – 0.1 | 0.063 | 0.042 |
| 3 | 0.1 – 0.2 | 0.476 | 2.214 |
| 4 | 0.2 – 0.4 | 11.047 | 13.339 |
| 5 | 0.4 – 0.6 | 12.431 | 8.895 |
| 6 | 0.6 – 1 | 0.958 | 0.489 |
| **Summary** | | **24.982** | **24.982** |

Classes 3 and 4 that correspond to low vegetation areas including grasses and shrubs have increased by 4 km$^2$. In contrast classes 5 and 6 that have higher values of NDVI that corresponds to forested areas have decreased by the same area. The following image, Figure 8, depicts the changes of NDVI before and after the wildfire, highlighting the most affected area (lighter color) of the total burned area.

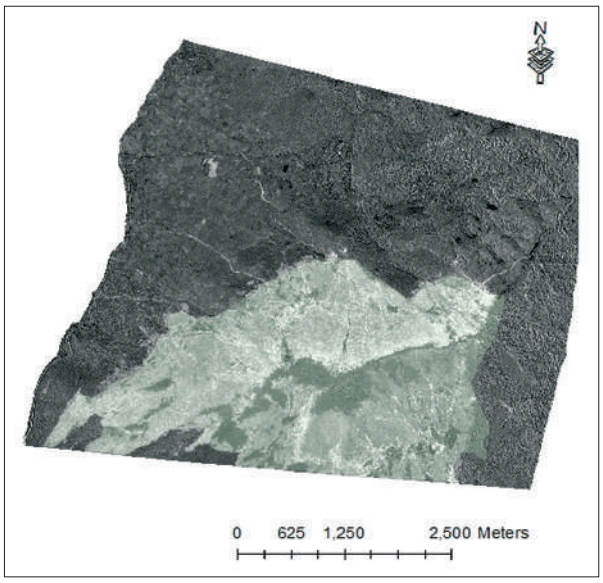



**Figure 8.** The most affected area in the Kallirachi-Maries area have a lighter color compared to the vegetated and unaffected areas.

The majority of the areas burnt were located between the elevations of 200 and 700 meters, with few areas detected at elevations reaching 800 meters (see Figure 9). The majority of the areas burnt were located between slopes of 20 and 60 percent, with few areas detected at steeper slopes (60-70 percent) and flatter areas (0-10 percent) (see Figure 9). Likewise, many burnt areas were located on south-facing aspects, with fewer areas detected on north- and west-facing areas, while east-facing areas were very limited (Figure 10). Concerning the wildfire fuels, the vast majority that was burnt was coniferous forested areas including woodland, shrubs and sclerophyllous vegetation. The last satellite image (Pleiades) was taken two years after the wildfire event of 2013 and during this period it was able to capture the growing low vegetation coverage due to regeneration and the decrease the percentage of the barren areas.

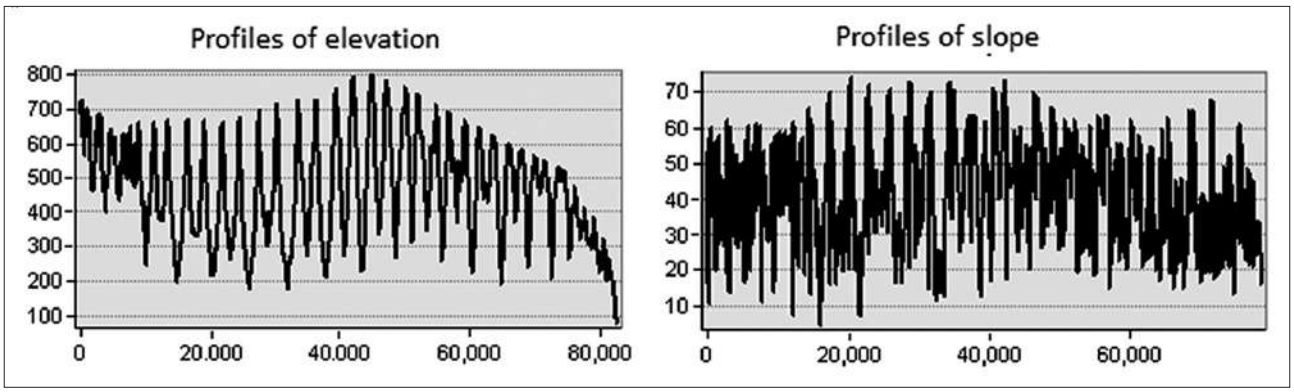



**Figure 9.** The elevation (left) and slope (right) profiles of the burnt areas of Kallirachi-Maries area.

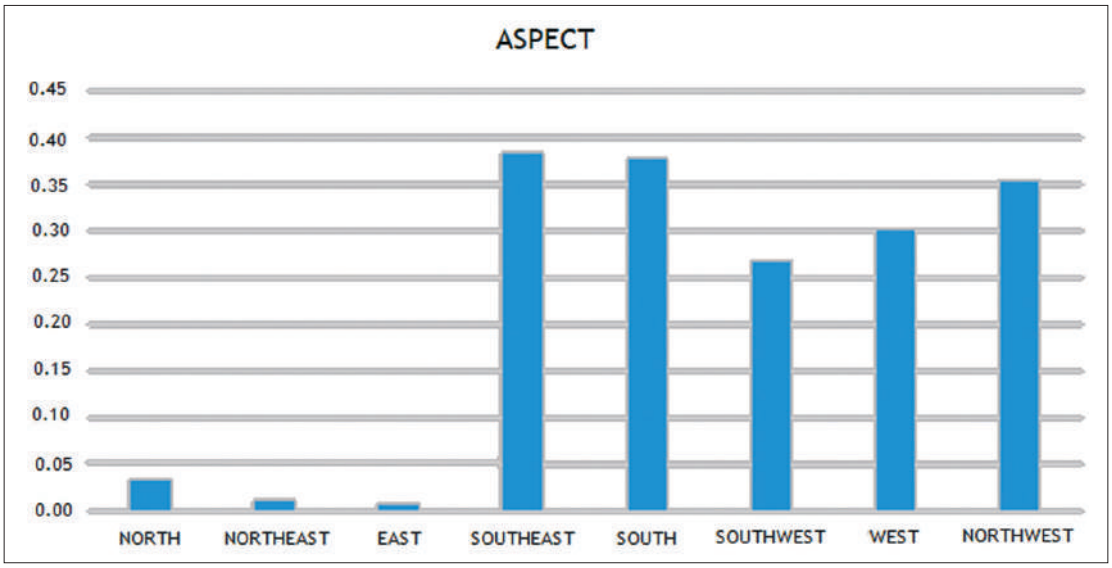



**Figure 10.** The aspect of the burnt areas of the Kallirachi-Maries area.

The Mediterranean region is vulnerable to wildfires due its climatic condition vegetative characteristics, as more than 5,000 wildfires burn an estimated average 600,000 – 800,000 hectares every year (WWF, 2003). Eighty percent (80%) of the total yearly area burnt in the European continent, is due to wildfires in Portugal, Spain, France, Italy, Greece and Turkey (WWF, 2019). Climate change is expected to further increase wildfire frequency because of the longer in time and greater in intensity droughts experienced in the region (Zaimes et al., 2020). In addition, wildfires are connected to human activities, as the vast majority occur due to the systemic human impact on the environment (Karyotakis, 2022). The southern side of Thasos and the mainland (~51% of the area) had been damaged by many intense and disastrous wildfires from 1984 till 2013 (Mallinis, 2016; Mitsopoulos et al., 2019). Thasos has suffered even more from recent wildfire catastrophic events, that took place in the last decade, with two major events in 2016 and 2022 (see Figure 11). As a consequence, absence of vegetation due to the wildfire cannot mitigate rainfall and runoff impacts to protect the soil particles that has led to increased soil erosion, serious torrential phenomena and many flood events (Emmanouloudis et al., 2002)). There are many studies describing the wildfire events and monitoring the erosion potential in Thasos Island, as well as proposed measures and action in order to mitigate their impacts (Sakellariou et al., 2015; Sakellariou et al., 2020; Koutalakis et al., 2015; Zaimes et al., 2015; Zaimes et al., 2020). The responsible authorities need to realize the important findings of these studies, adopt their innovative methodologies, cooperate with the research institutes and universities to find the optimal ways in order to fund and implement mitigation actions.

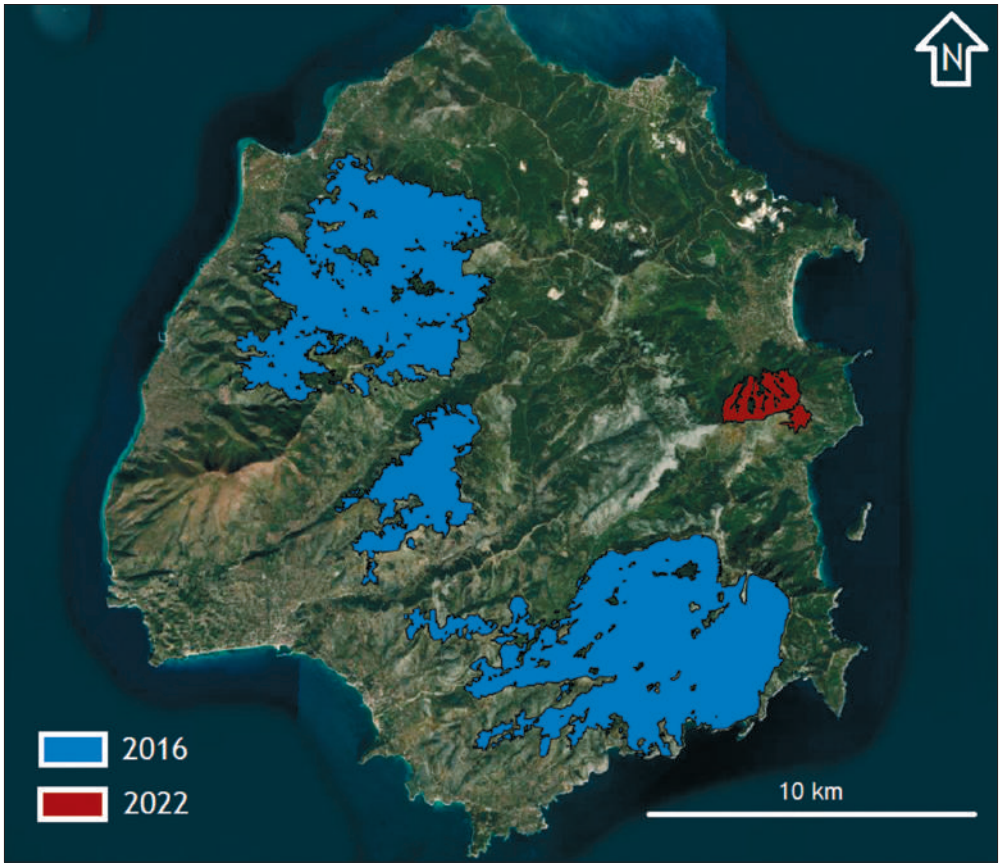



**Figure 11.** The wildfires of 2016 (blue) and 2022 (red) in Thasos Island (source: *http://fmrsvm.for.auth.gr/)*.

## Conclusions

The 2013 wildfire in the Kallirachi-Maries area of Thasos, burnt an area of 4 km$^2$ based on the image analysis. There are more burnt areas that have not depicted in the specific satellite images but were not included. The most typical ecosystem habitat detected within the burned areas was the coniferous forests but small areas of woodlands, shrubs and sclerophyllous vegetation were also burnt. The burnt areas are located mostly between the elevations of 200 and 700 meters and on slopes between 20 and 60 percent, while their aspect is primarily south-facing. A wider area (including the lower terraces of the burnt areas) has been affected by the

wildfire due to the absence of vegetation that led to accelerated soil erosion and intense flood events. Remote sensing techniques, vegetation indices such as NDVI and other GIS tools are very helpful tools to analyze the parameters of wildfires and their impacts. Land managers, Public Authorities, Fire Departments and Forest Services in Greece but also in order Euro-Mediterranean countries could be trained to use these tools that should assist them and enhance their capabilities in both the prevention of wildfires along with the mitigation of consequent soil erosion and flood events.

## Literature


Bettinger P., 2010. An overview of methods for incorporating wildfires into forest planning models. International Journal of Mathematical and Computational Forestry and Natural-Resource Sciences 2, 43-52.

Birth G.S. and G.R. McVey., 1968. Measuring color of growing turf with a reflectance spectrophotometer. Agronomy Journal 60, 640-649.

De Lussy F., P. Kubik, D. Greslou, V. Pascal, P. Gigord and J.P. Cantou (2005, May). PLEIADES-HR image system products and quality-PLEIADES-HR image system products and geometric accuracy. In Proceedings International Society for Photogrammetry and Remote Sensing International Conference (pp. 17-20).

Elhag, M., N. Yimaz, J. Bahrawi, S. Boteva, 2020. Evaluation of optical remote sensing data in burned areas mapping of Thasos Island, Greece. Earth Systems and Environment, 4(4), 813-826.

Emmanouloudis D., I. Takos and I. Spanos (2002). Evolution of the erosive process after a watershed fire: An example: Prinos torrent, Thassos island, Greece. WIT Transactions on Modelling and Simulation, 31.

Escuin S., R. Navarro and P. Fernandez, 2008. Fire severity assessment by using NBR (Normalized Burn Ratio) and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) derived from LANDSAT TM/ETM images. International Journal of Remote Sensing 29(4), 1053-1073.

Fox D.M., F. Maselli and P. Carrega, 2008. Using SPOT images and field sampling to map burn severity and vegetation factors affecting post forest fire erosion risk. Catena 75(3), 326-335. 10.1016/j.catena.2008.08.001

Hazarika M.K. and K. Honda, 2001. Estimation of Soil Erosion Using Remote Sensing and GIS, Its Valuation and Economic Implications on Agricultural Production. In: D.E. Stott, R.H. Mohtar and G.C. Steinhardt (eds) 2001. Sustaining the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting held May 24-29, 1999 at Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory.

Ho L.T.K., M. Umitsu and Y. Yamaguchi, 2010. Flood hazard mapping by satellite images and srtm dem in the Vu Gia – Thu Bon alluvial plain, Central Vietnam. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science Volume XXXVIII, Part 8, Kyoto Japan 2010.

Huete A.R., 1988. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote Sensing of Environment 25, 295–309.

Gitas I.Z., T. Katagis and P. Toukiloglou, 2012. Burned area mapping and post-fire monitoring of a Mediterranean forest using NDVI time-series of low resolution imagery and the BFAST method. Rev.Ambiência 8, 461–470, doi:10.5777/ambiencia.2012.04.02.

Gitas I.Z., K. Douros, C. Minakou, G.N. Silleos and C.G. Karydas, 2009. Multi-temporal Soil Erosion Risk Assessment in N. Chalkidiki Using a Modified USLE Raster Model. EARSeL eProceedings 8 (1), 40-52.

Karyotakis M.A. 2022. Covering the wildfire of Mati in Greece: Undermining the systemic human impact on the environment. Journalism Practice, 16(2-3), 425-442.

Koutalakis P., A. Vlachopoulou, G.N. Zaimes, K. Ioannou and V. Iakovoglou 2014. Assessing soil erosion risk using USLE with GIS and SWAT for Thassos Island, Greece. In Proceedings of the 10th International Geographical Congress, October 22-24, 2014, Thessaloniki, Greece.

Koutalakis P., G.N. Zaimes, V. Iakovoglou and K. Ioannou 2015. Reviewing Soil Erosion in Greece. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering 9(8), 906-911.

Kurczyński, Z., S. Różycki, and Bylina, P. 2017. Mapping of polar areas based on high-resolution satellite images: the example of the Henryk Arctowski Polish Antarctic Station. Reports on Geodesy and Geoinformatics, 104.

Lebedev, S.A., A.G. Kostianoy, P.N. Kravchenko, O.P. Shevyakova 2021. Seasonal and interannual variability of NDVI in the Republic of Adygea. The Republic of Adygea Environment, 443-460.

Lane C.R., H. Liu, B.C. Autrey, O.A. Anenkhonov, V.V. Chepinoga and Q. Wu 2014. Improved wetland classification using eight-band high resolution satellite imagery and a hybrid approach. Remote sensing, 6(12), 12187-12216.

Lentile L., A. Holden, A.Smith, M. Falkowski, A. Hudak, P. Morgan, S. Lewis, P. Gessler and N. Benson 2006. Remote sensing techniques to assess active fire characteristics and post-fire effects. International Journal of Wildland Fire 15, 319–345.

Leon J.R.R., W.J.D. van Leeuwen and G.M. Casady, 2012. Using MODIS-NDVI for the Modeling of Post-Wildfire Vegetation Response as a Function of Environmental Conditions and Pre-Fire Restoration Treatments. Remote Sensing 4, 598-621. doi: 10.3390/rs4030598.

Liu H.Q. and A.R. Huete, 1995. A feedback based modification of the NDVI to minimize canopy background and atmospheric noise. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 33, 457–465.

Miao C.Y., L. Yang, X.H. Chen and Y. Gao, 2012. The vegetation cover dynamics (1982-2006) in different erosion regions of the Yellow River Basin, China. Land Degradation and Development 23, 62-71.

Mallinis G., I.Z. Gitas, G. Tasionas and F. Maris 2016. Multitemporal monitoring of land degradation risk Due to soil loss in a fire-prone Mediterranean landscape using multi-decadal Landsat imagery. Water resources management, 30(3), 1255-1269.

Mitsopoulos I., I. Chrysafi, D. Bountis and Mallinis G. 2019. Assessment of factors driving high fire severity potential and classification in a Mediterranean pine ecosystem. Journal of environmental management, 235, 266-275.

Pausas J.G., J. Ljovet, A. Rodrigo and R. Vallejo, 2008. Are wildfires a disaster in the Mediterranean basin? – A review. International Journal of Wildland Fire 17, 713-723.

Pérez-Cabello F., J. de la Riva Fernández, R. Montorio Lloverıa, and A. Garcıa-Martın, 2006. Mapping erosion-sensitive areas after wildfires using fieldwork, remote sensing, and geographic information systems techniques on regional scale. Journal of Geophysical Research 111, G04S10, doi: 10.1029/2005JG000148

Poli D., F. Remondino, E. Angiuli and G. Agugiaro, 2015. Radiometric and geometric evaluation of GeoEye-1, World-View-2 and Pléiades-1A stereo images for 3D information extraction. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 100, 35-47.

Potter C., 2014. Geographic Analysis of Burn Severity for the 2013 California Rim Fire. Natural Resources 5, 597-606.

Ranis G., V. Iakovoglou and G.N. Zaimes, 2015. Ecosystem Post-Wildfire Effects of Thasos Island World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering 9(10), 1233-1236.

Rouse J.W., R.H. Haas, J.A. Schell and D.W. Deering. 1973. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third ERTS Symposium, NASA SP-351 I:309-317.

Sakellariou, S., F. Samara, S. Tampekis, A. Sfougaris, O. Christopoulou, 2015. Targeting to an efficient prevention strategy of forest fires, estimating the fire hazard on islands. The case study of Thasos island, Greece. International Journal of Advanced Engineering and Nano Technology (IJAENT). ISSN, 2347-6389.

Sakellariou, S., M.A. Parisien, M. Flannigan, X. Wang, B. de Groot, S. Tampekis, F. Samara, A. Sfougaris and O. Christopoulou, 2020. Spatial planning of fire-agency stations as a function of wildfire likelihood in Thasos, Greece. Science of the total environment, 729, 139004.

Sharma A., 2010. Integrated Terrain and Vegetation Indices for Identifying Potential Soil Erosion Risk Area. Geo-spatial Information Science 13(3), 201-209.

Viña A., A. Gitelson, A. Nguy-Robertson, Yi Peng, 2011. Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. Remote Sensing of Environment 115, 3468–3478.

Vrieling A., S.M. de Jong, G. Sterk and S.C. Rodriguez, 2008. Timing of erosion and satellite data: A multi-resolution approach to soil erosion risk mapping. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 10, 267-281.

Wang S., Z. Ren, C. Wu, Q. Lei, W. Gong, Q. Ou, H. Zhang, G. Ren and C. Li 2019. DEM generation from Worldview-2 stereo imagery and vertical accuracy assessment for its application in active tectonics. Geomorphology, 336, 107-118.

World Wide Fund for Nature (WWF) 2003. Forest fires in the Mediterranean: a burning issue. Posted online on 23 July 2003 https://www.wwfmmi.org/?8022/Forest-fires-in-the-Mediterranean-a-burning-issue

World Wide Fund for Nature (WWF) 2019. The Mediterranean burns: WWF's Mediterranean proposal for the prevention of rural fires.

Yang C. 2018. High resolution satellite imaging sensors for precision agriculture. Frontiers of Agricultural Science and Engineering, 5(4), 393-405.

Zaimes G.N., K. Ioannou, V. Iakovoglou, I. Kosmadakis, P. Koutalakis, G. Ranis, D. Emmanouloudis and R. C. Schultz, 2016. Improving Soil Erosion Prevention in Greece with New Tools. Journal of Engineering Science and Technology Review 9 (1), 66-71.

Zaimes G.N., P.A. Tsioras, C. Kiosses, M. Tufekcioglu, S. Zibtsev, I. Trombitsky, U. Razvan and L. Gevorgyan 2020. Perspectives on protected area and wildfire management in the Black Sea region. Journal of forestry research, 31(1), 257-268.

Zaimes, G. N., I. Kasapidis, G. Gkiatas, G. Pagonis, A. Savvopoulou and V. Iakovoglou 2020. December). Targeted placement of soil erosion prevention works after wildfires. In Proceedings of the 6th International Conference on Water Resource and Environment (WRE 2020) 9 December 2020, (Vol. 612, No. 1, p. 012050). IOP Publishing.

Zaimes, G.N., V. Iakovoglou, P. Koutalakis, K. Ioannou, I. Kosmadakis, P. Tsardaklis and T. Laopoulos 2015. The automated soil erosion monitoring system (ASEMS). International Journal of Geological and Environmental Engineering, 9(10), 1268-1271.

# POSIBILITĂŢI DE UTILIZARE A BIOTEHNOLOGIILOR VEGETALE ŞI IMPACTUL LOR ASUPRA MEDIULUI

***Mihai Leşanu*[*], *Ludmila Perciuleac*[**]**
** – Universitatea de Stat din Moldova;*
*** – Universitatea de Stat de Medicină şi Farmacie "Nicolae Testemiţanu"*
** – str. A.Mateevici, 60, Chişinău 2009, Republica Moldova ** – bl. Ştefan cel Mare şi Sfânt, 165, Chişinău 2004, Republica Moldova"*
*E-mail: * – mglesanu@yahoo.com ** – lperciuleac@gmail.com"*

**Summary.** During recent years biotechnological methods and, particularly, techniques *in vitro* have acquired more and more significance in different fields of life. The aim of this study was to elaborate the *in vitro* technologies for different species of plants and analyze their use in cultivation of flower, horticulture and pharmaceutics. The results obtained in our investigations showed a significant effect of medium composition, the nature and physiological state of initial explants. On the basis of conducted research the optimal chemical and physical conditions of cultivation *in vitro* have been worked out. The possibility of the elaborated techniques application to producing new source vegetal material, preservation and micropropagation of valuable elite plants, obtaining virus free plants, producing biologically active substances in callus cultures of medicinal plants have been shown. These results may be used in various biotechnological programs in floriculture, horticulture and pharmaceutics. The current achievements obtained by plant biotechnologies can be successfully exploited in the conservation of biodiversity and the protection of the environment.

**Keywords:** *plant cell culture, explants, biomass accumulation, regeneration of plants.*

## Introducere

Biotehnologiile vegetale se caracterizează prin implicaţii economice şi sociale de o semnificaţie deosebită, fapt pentru care numeroase ţări depun eforturi considerabile pentru aplicarea lor în soluţionarea problemelor din agricultură [2]. Republica Moldova nu ar trebui să fie o excepţie. Culturile de celule şi ţesuturi vegetale izolate şi-au demonstrat deja la scară largă în diferite ţări eficacitatea sa economică. Biotehnologiile vegetale în baza culturilor *in vitro* sunt pe larg aplicate la multiplicarea clonală a plantelor valoroase, obţinerea biomasei calusale şi a metaboliţilor secundari din plantele medicinale, transformarea genetică şi obţinerea de plante transgenice cu calităţi agronomice sporite, obţinerea de noi linii prin selecţia la nivel celular etc. [3-5].

## Material şi metode

Investigaţiile ştiinţifice au fost realizate pe diferite genotipuri de valoare agronomică, farmaceutică, horticolă şi peisagistică, printre care: *Morus alba* L., *Quercus robur* L., *Chrysantemum balsamita* L., *Vanilla planifolia* L., *Cattleya hybrida* Cdl., *Mentha piperita* L., *Satureja montana* L., *Dianthus caryophyllus* L., *Glycyrrhiza glabra* L., *Salvia officinalis* L., *Echinocea purpurea* L.Moench, *Symphytum officinale* L.

Metodele de prelevare, inoculare şi cultivare *in vitro* au fost cele tradiţionale [7]. Ca mediu nutritiv de bază a servit mediul MS (Murashige, Skoog, 1962), modificat după concentraţia reglatorilor de creştere. În calitate de explante primare s-au utilizat segmentele de tulpină, frunză, peţiol, mugurii adventivi şi apicali, calusul. Materialul inoculat în condiţii aseptice se transfera în camera de cultivare la un regim specific plantelor investigate.

## Rezultate şi discuţii

Simplitatea relativă a mediilor nutritive, posibilitatea cultivării organelor şi ţesuturilor în afara organismului, pe medii artificiale, şi prezenţa unui control riguros al condiţiilor de cultivare, permit investigarea minuţioasă a proceselor de creştere şi multiplicare a plantelor prin tehnici *in vitro* [1].

Avantajele multiplicării plantelor de interes peisajer, cum ar fi obţinerea în masă a materialului săditor, devirozarea materialului iniţial, micşorarea duratei obţinerii plantulelor, scăderea costului produsului etc., pot fi realizate doar dacă sunt cunoscute mediile nutritive optimale. Astfel, selectarea şi optimizarea mediului nutritiv reprezintă o etapă necesară pentru multiplicarea clonală a genotipurilor valoroase.

În rezultatul investigaţiilor efectuate, s-a stabilit că intensitatea caulogenetică şi neoformarea plantulelor depinde în mare măsură de prezenţa şi raportul anumitor fitohormoni din mediul nutritiv, cât şi de concentraţia unor săruri minerale şi a sursei de carbon. Aplicând metoda matematică de optimizare a mediului nutritiv, s-a reuşit selectarea unor medii nutritive pentru cultivarea *in vitro* a genotipurilor investigate (Tab. 1). Randamentul micropropagării plantelor *in vitro* depinde, de asemenea, de tipul explantului primar şi starea lui fiziologică.

**Tabelul 1. Compoziţia mediilor de cultură pentru unele plante cultivate *in vitro***

| **Genotipul** | **Concentraţia substanţelor,** mg/l | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | AIA | 2,4-D | Kinetină | BAP | Zaharoză |
| *Dianthus caryophyllus* L. | - | 2,0 | | 2,0 | 30000,0 |
| *Chrysantemum balsamita* L. | - | 2,0 | 2,0 | - | 20000,0 |
| *Cattleya hybrida* Cdl. | 1,0 | - | - | 1,0 | 30000,0 |
| *Vanilla planifolia* L. | 1,0 | - | - | 3,0 | 30000,0 |

*Notă:* Ca mediu de bază a servit mediul MS (Murashige, Skoog, 1962).

Pentru diferite genotipuri intensitatea regenerării plantulelor poate fi diferită (Fig. 1).

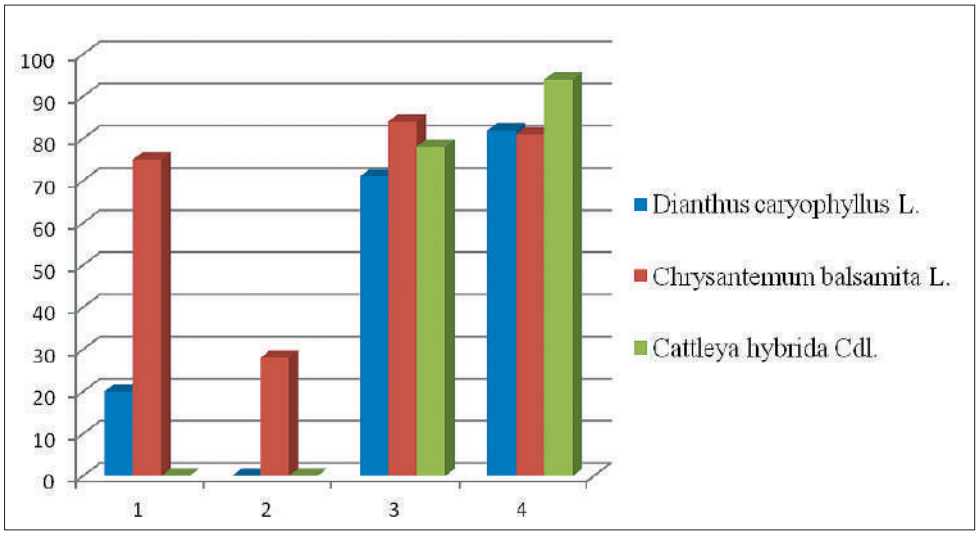



**Fig. 1.** Intensitatea regenerării plantulelor (%) în dependenţă de tipul explantului primar (1 – segmente de tulpină, 2 – segmente de frunză, 3 – muguri adventivi, 4 – muguri apicali)

În cazul multiplicării în masă, este bine să ţinem cont de aceste particularităţi. De asemenea, este importantă calea de multiplicare a plantulelor *in vitro*, şi anume:

- Prin formarea lăstarilor adventivi – lăstarii se obţin direct pe explant (organogeneză directă) sau în calusul derivat din explantul primar (organogeneză indirectă);
- Prin lăstărirea axilară multiplă – lăstarii se obţin la cultivarea *in vitro* a apexului sau a mugurilor laterali.

Dacă multiplicarea clonală prin tehnici *in vitro* a plantelor decorative este deja pe larg comercializată, atunci micropropagarea unor specii arboricole este, deocamdată, mai puţin valorificată. În cadrul investigaţiilor realizate au fost examinate capacităţile morfogenetice ale dudului (*Morus alba L.*), obiect studiat relativ puţin *in vitro*, dar extrem de preţios prin faptul că reprezintă material nutritiv al viermilor de mătase.

Elaborarea biotehnologiilor de cultivare a dudului în condiţii *in vitro* oferă o serie de avantaje, şi anume:

- Reducerea perioadei de maturizare a dudului;
- Cultivarea dudului în flux continuu, indiferent de condiţiile climatice;
- Obţinerea biomasei calusale de dud *in vitro* etc.

La explanţii primari de dud calusogeneza era stimulată de prezenţa în mediul nutritiv a auxinelor şi citokininelor într-un raport aproximativ egal (1:1). Concentraţia optimă s-a dovedit a fi de 1,0 mg/l de 2,4-D şi 1,0 mg/l de BAP. Acumularea biomasei calusale era determinată şi de prezenţa în mediul nutritiv a zaharozei în concentraţie de 15,0-30,0 g/l.

Iniţierea proliferării celulare, intensitatea calusogenetică şi caulogenetică, precum şi structura calusului depindeau de natura genotipului utilizat. În Fig. 2 sunt prezentate rezultatele realizate asupra trei soiuri de dud.

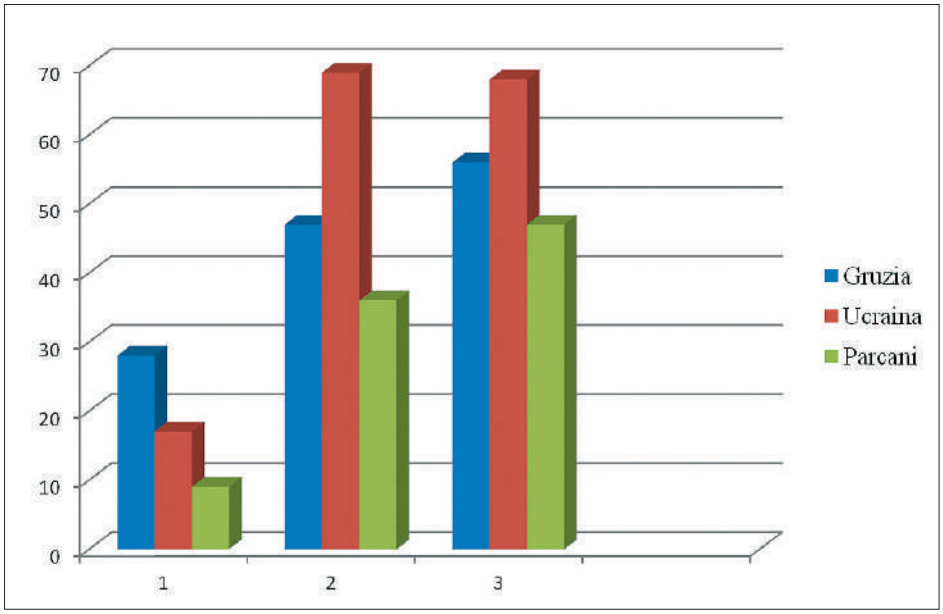



**Fig. 2.** Influenţa genotipului asupra intensităţii acumulării biomasei calusale (%) de dud în condiţii *in vitro* (1 – a 8-a zi de cultivare, 2 – a 15-a zi de cultivare, 3 – a 21-a zi de cultivare)

Biotehnologiile celulare vegetale dispun de un înalt potenţial de obţinere a unei game variate de principii active cu aplicare largă în industria farmaceutică, alimentară, cosmetică etc. [6].

Celulele vegetale pot sintetiza în condiţii *in vitro* diferiţi metaboliţi caracteristici ţesuturilor vegetale ale plantelor mature: alcaloizi, tanine, fenoli, antociane, uleiuri, steroizi, glicozide, caroteni, preparate antibacteriene şi antivirale, etc. Obţinerea industrială a metaboliţilor secundari din biomasa calusală prezintă un interes economic major, chiar dacă deseori concentraţia metaboliţilor *in vitro* este mai mică decât *in vivo*. Utilizarea în acest scop a biotehnologiilor vegetale ar permite înlăturarea unor dificultăţi ce ţin de scăderea substanţială a resurselor vegetale, exploatarea lor neraţională şi înlăturarea impedimentelor de ordin tehnic sau economic în cultivarea plantelor.

Investigaţiile au fost realizate pe mai multe plante medicinale (*Mentha piperita L., Satureja montana L., Glycyrrhiza glabra L., Salvia officinalis L., Echinocea purpurea L.Moench, Symphytum officinale L.*) care se caracterizează printr-un conţinut sporit de compuşi de o mare semnificaţie farmaceutică. Menta este bogată în ulei eteric, caroten, flavonoizi, acizi organici, betaină etc. Cimbrul de munte conţine un procent înalt de ulei volatil cu proprietăţi antibacteriene, antimicotice şi antihelmintice. Lemnul dulce conţine glicirizină, acid glabric, rezine şi alte produse ce fluidizează secreţiile traheobronhice şi faringiene. Salvia conţine o gamă variată de substanţe aplicate pe larg la tratarea hipertensiunilor arteriale, afecţiunilor intestinelor şi stomacului, oboselii fizice şi psihice etc. Echinacea conţine polizaharide, uleiuri eterice, flavonoizi, saponine etc. cu acţiune antibacteriană, antivirală şi antimicotică.

În procesul de cultivare al plantelor *in vitro* au fost realizate observări şi analize în vederea evidenţierii particularităţilor proliferării celulare, intensităţii acumulării biomasei calusale şi regenerării plantulelor. Ca rezultat, au fost selectate medii nutritive optimale pentru genotipurile investigate (Tab. 2).

**Tabelul 2. Compoziţia mediilor de cultură pentru unele plante medicinale cultivate in vitro**

| **Genotipul** | **Concentraţia substanţelor,** mg/l | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | AIA | 2,4-D | Kinetină | BAP | Zaharoză |
| *Mentha piperita* L. | - | 3,0 | | 2,0 | 30000,0 |
| *Satureja montana* L. | 1,5-2,0 | - | - | 1,5 | 20000,0 |
| *Glycyrrhiza glabra* L. | 0,1 | - | 2,0 | 1,0 | 30000,0 |
| *Salvia officinalis* L. | 2,0-3,0 | - | 2,0 | 1,5-2,0 | 15000,0 |
| *Echinocea purpurea* L.Moench. | 0,5 | 1,0 | - | 3,0 | 30000,0 |
| *Symphytum officinale* L. | 1,0 | - | - | 2,0 | 30000,0 |

E cunoscut faptul, că la nivelul culturilor *in vitro* deseori se depistează o eterogenitate atât după cantitatea, cât şi după natura metaboliţilor secundari. Analiza biochimică a calusului de mentă, obţinut în cadrul experimentelor noastre, a confirmat prezenţa uleiului eteric. Conţinutul de ulei eteric din biomasa calusală era aproape similar celui din plantele iniţiale. Drept componenţi de bază serveau alcoolul mentol, cetona menton şi izomerii lor.

În acelaşi timp, de rând cu componenţii de bază (mentol, izomentol, menton, izomenton, metilacetat, pulegon, piperiton), în biomasa calusală au fost depistaţi şi compuşi auxiliari (limonen, cineol). Concentraţiile sporite ale unor metaboliţi în culturile de ţesuturi izolate de mentă (pulegon, piperiton), care reprezintă predecesori ai mentonului şi mentolului, ne permit concluzia că în rezultatul prelevări explantului primar şi inocularii lui *in vitro* are loc inhibiţia proceselor de biosinteză a mentonului şi mentolului.

## Concluzii

Investigaţiile realizate au permis elaborarea biotehnologiilor de cultivare *in vitro* a unor specii valoroase de plante. Au fost optimizate medii nutritive pentru obţinerea biomasei calusale şi regenerarea plantulelor, care pot fi recomandate pentru practicieni.

Rezultatele experimentelor au scos în evidenţă particularităţile cultivării *in vitro* a plantelor investigate, confirmând posibilitatea aplicării tehnologiilor celulare în diferite domenii ale economiei naţionale.

Biotehnologiile vegetale pot fi utilizate cu succes în conservarea biodiversităţii vegetale şi protecţia mediului ambiant prin cultivarea în condiţii *in vitro* a plantelor valoroase, dar rare sau pe cale de dispariţie, prin multiplicarea clonală a diferitor specii de plante şi reintroducerea lor în ecosistemele naturale, prin sporirea potenţialului de reproducere a plantelor etc.

## Bibliografia


1. Altman A., Hasegawa P.M. Plant biotechnology and agriculture, London, Academic Press, 2012.
2. Geetha S., Jebaraj S., Pandiyarajan P. Agricultural biotechnology, Agrobios (India), Jodhpur, 2012.
3. Jackson J.F., Linskens H.F. Testing for genetic manipulation in plants, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2010.
4. Leşanu M., Lozan A. Biotehnologii clasice şi moderne, Chişinău, Ed. Editera Prim, 2010.
5. Palii A., Comarov G., Lozan A., Scorpan V. Biotehnologii moderne în fitotehnie şi biosecuritate, Chişinău, Ed. Tipografia centrală, 2004.
6. Theiman W.J., Palladino M.A. Introduction to biotechnology, San-Francisco, Person Education, 2009.
7. Калинин Ф.Л., Сарнацкая В.В., Полищук В.Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений, Киев, Наукова Думка, 1980.


# ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО И ГОДОВОГО СТОКА РЕК БАССЕЙНА ДНЕСТРА


***[1]Н.С. Лобода, [2]С.В. Мельник***

*[1]Одесский государственный экологический университет*

*Ул. Львовсая, 15, г. Одесса, Украина, natalie.loboda@gmail.com*

*[2]Национальный университет «Одеська политехника»*

*Пр. Шевченко, 1, г. Одесса, Украина, melnik.s.v@op.edu.ua*


## Введение

Вытянутость водосбора реки Днестр с северо-запада на юго-восток и его принадлежность к нескольким географическим зонам затрудняют оценки и прогноз возможных изменений водных ресурсов рассматриваемой реки в условиях глобального потепления. Дело в том, что реакция водных ресурсов на изменения климатических факторов его формирования неодинакова в различных географических зонах. Большинство авторов сходится к тому, что в зоне формирования стока реки Днестр, к которой относится Верхний Днестр, статистически значимых изменений условий формирования стока не происходит и это обстоятельство позволяет делать выводы, что водность реки в целом останется неизменной, а недостаток водных ресурсов в нижнем течении (степная зона) можно будет ком-

пенсировать путем регулирования стока крупными водохранилищами, среди которых основную роль играет Днестровское водохранилище.

Установлено, что на равнинных реках происходит снижение стока весеннего половодья за счет повышения температур воздуха в зимний сезон и соответствующего увеличения числа и продолжительности оттепелей. Увеличение температур воздуха в зимний сезон способствует уменьшению глубины промерзания поверхности земли и тем самым благоприяствует сохранению инфильтрационной способности почв, а также увеличению потерь поверхностного талого стока на фильтрацию в подземные водоносные горизонты. Таким образом, за счет потепления происходит перераспределение поверхностной и подземной составляющих годового стока. Подземное питание рек увеличивается, что находит свое отражение в увеличении стока летне-осенней межени. Наличие оттепелей благоприятствует снижению накопленных запасов воды перед началом весеннего половодья и, в конечном итоге, приводит к снижению максимумов стока в период весеннего половодья и к снижению слоя стока за половодье в целом.

Все сказанное справедливо в том случае, если потепление в зимний сезон сопровождается переходом температуры воздуха через ноль градусов Цельсия в сторону положительных значений. Если же температуры воздуха растут, но переход через ноль не происходит или происходит очень редко, то наблюдающееся потепление не будет существенно влиять на формирование весеннего половодья. Поэтому последствия роста температур воздуха зимнего сезона не сразу проявлялось в изменениях стока рек севера и северо-запада Украины.

Что касается увеличения подземного стока равнинных рек, то это справедливо в случае достаточно большой площади водосбора, при которой река дренирует все водоносные горизонты зоны активного водообмена [1]. Если водоносные горизонты расположены достаточно глубоко и река их не дренирует, то инфильтрационные воды не смогут пополнять запасы подземных вод, а будут растрачиваться на испарение с поверхности суши, которое за счет статистически значимого роста температур воздуха теплого периода существенно возрастает. Такая ситуация характерна для всех малых и средних рек Северо-Западного Причерноморья и притоков Днестра в его нижнем течении. Исключение могут составлять реки с наличием регулирующего влияния карста. В горной части Днестра вертикальная зональность распределения температур воздуха и осадков с высотой местности также оказывает влияние на формирование отклика горных водосборов на происходящие изменения климата. Качество долгосрочных прогнозов изменений максимального стока в весенний сезон также зависит от соотношения твердых и жидких осадков, поскольку весеннее половодье в горах формируется не только за счет таяния снега, но и за счет выпадения дождей [2].

Описанная сложность процесса формирования стока в различных зонах реки Днестр требует проведения постоянного мониторинга изменений водного режима главной реки и ее притоков в различных географических зонах.

Целью данной работы является выявление основных тенденций в динамике максимального и годового стока реки Днестр и ее притоков, а также установления роли климатических факторов в их формировании с учетом как наблюденных, так и прогнозных (сценарных) данных.

## Материалы и методы

В представленной работе использовалась модель “климат-сток”, разработанная в ОДЕКУ (Одесский государственный экологический университет). Модель позволяет оценить водные ресурсы территорий в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях на основе использования метеорологических данных, как наблюденных, так и приведенных в климатических сценариях [3, 4, 5].

Исследования максимального стока рек, принадлежащих бассейну Днестра, проводились на основе статистических методов, включая факторный и кластерный анализ, метод множественной регрессии и другие [6]. Базовым периодом для расчетов характеристик стока р. Днестр был выбран период наблюдений до 1989 года, когда изменения температур воздуха на территории равнинной Украины были статистически незначимы [7].

Установление закономерностей и тенденций в колебаниях максимальных суточных расходов и поиск статистически значимых трендов выполнены при помощи теста Манна-Кендалла, который широко используется в гидрологии [8]. Метод базируется на применении непараметрических кри-

териев при проверке значимости тренда. Во многих работах [6, 9] для оценки тренда используют понятие «индекс тренда» (Ti), который вычисляется как Ti = (1-α) ·100 % при положительном тренде и Ti = – (1-α) ·100 % при отрицательном. Для двусторонних тестов Ti колеблется от -100% до +100%.

При использовании этого метода рассматривался период 1981-2018 гг. Начало этого периода соответствует началу маловодной фазы годового стока, которая в 1998 году сменилась на многоводную. Для изучения динамики суточных максимумов было рассмотрено два полупериода: 1981-1998 гг. и 1999-2018 гг.

Отрицательные величины Ti указывают на существование тенденции уменьшения, а положительные значения – на тенденцию роста исследуемой величины. Чем выше абсолютное значение величины Ti, тем более выражена тенденция. При значениях Ti>|0,9| формируется статистически значимый тренд.

## Результаты и обсуждение

Сопоставление зависимости среднемноголетних величин годового стока от высоты местности, разработанной в референтный период (до 1989 года) и представленной в нормативных документах [10] с полученной по данным наблюдений за 1989-2018 гг., показало, что существенных изменений годового стока Верхнего Днестра не произошло (рис.1).

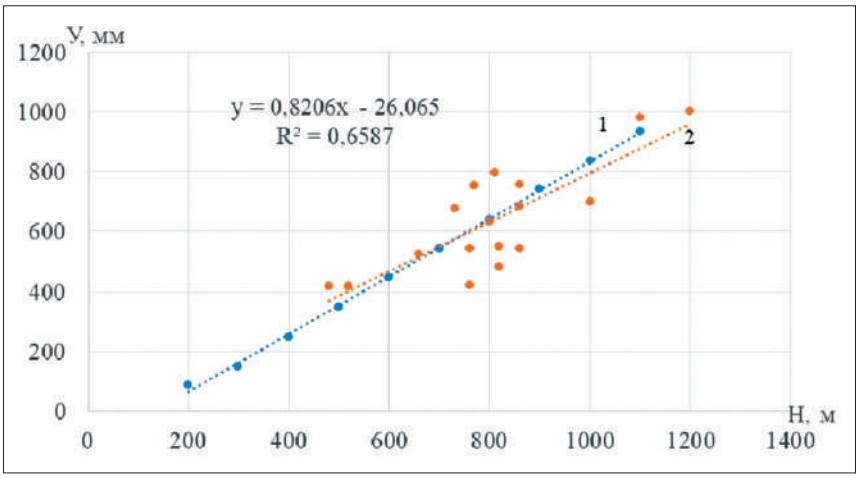



**Рис. 1.** Зависимость среднемноголетних значений годового стока рек Горного Днестра от высоты местности для базового периода (до 1989 года) и после 1989 года [11]. 1 – базовая зависимость (нормативный документ СНиП 2.01.14–83), соответствует референтному периоду до 1989 года; 2 – зависимость, полученная по данным наблюдений – после 1989 года.

Анализ изменения климатических факторов, выполненный на основе модели “климат-сток” с использованием метеорологических данных в узлах сетки для осредненной модельной траектории сценария RCP8.5, показал что в период 2021-2050 гг. ожидается увеличение теплоэнергетических ресурсов климата. Характеристика теплоэнергетических ресурсов, представленная через слой максимально возможного испарения $E_M$ (мм), будет возрастать в предгорьях, но с увеличением высоты местности интенсивность роста будет уменьшаться и прекратится на высоте около 800 м (рис. 2). Согласно данным осредненной модельной траектории RCP8.5 годовые нормы осадков будут уменьшаться несущественно, а при высоте большей 800 м возможно их увеличение. При таком соотношении ресурсов тепла и влаги, снижение водных ресурсов Горного Днестра будет незначительным. Если же допустить возможность снижения годовых осадков (прогнозы которых менее точны, чем прогнозы температур), то последствия потепления будут более выраженными.

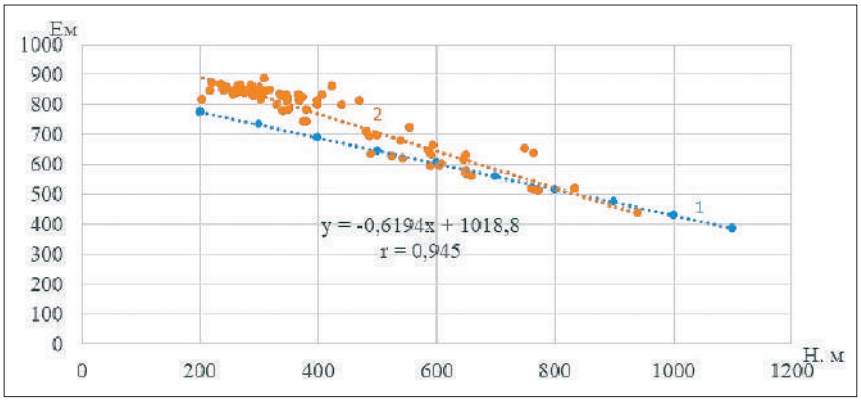



**Рис. 2.** Зависимость среднемноголетних значений максимально возможного испарения рек Горного Днестра от высоты местности для базового периода (1) и для периода 2021-2050 гг. (2) согласно данным осредненной модельной траектории сценария RCP8.5 [11]

На левобережных (Подольских) притоках Днестра, начиная с 1998 года в колебаниях стока выявлены статистически значимые отрицательные тренды, которые указывают на сформировавшуюся тенденцию к уменьшению годового, максимального и минимального стока этих рек [12].

Исследования суточных максимумов рек зоны формирования стока, включая реки Горных Карпат и Подолии (58 постов), при помощи теста Манна-Кендалла (табл. 1) позволили установить следующие закономерности. В период 1981-1998 гг. никаких тенденций в колебаниях характеристик максимального стока сезона весна не выявлено. В последующий период на всех рассмотренных реках отмечается наличие отрицательных тенденций и статистически значимых трендов. В сезон лето (расчетный период 1981-1998 гг.) отрицательные тенденции были выявлены только для левобережных притоков, в последующем эти тенденции распространились и на Горный Днестр. В сезон осень наблюдались как положительные, так и отрицательные тенденции в колебаниях суточных максимумов для расчетного периода 1981-1998 гг., но в дальнейшем (1999-2018 гг.) практически на всех реках сформировались отрицательные тенденции. В зимний сезон положительные тенденции и тренды периода 1981-1998 гг. в колебаниях максимального суточного стока Горного Днестра переходят в отрицательные, а отсутствие выраженных тенденций для левобережных притоков сменяется появлением отрицательных трендов.

**Таблица 1. Индексы тренда Ti максимального суточного стока за год и внутригодовые периоды для отдельных створов**

| Река – створ | 1981-1998 гг. | | | | | 1999-2018 гг. | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Годовые | III-V | VI-VIII | IX-XI | XII-II | Годовые | III-V | VI-VIII | IX-XI | XII-II |
| Днестр – с. Стрелки | -0,77 | 0,00 | -0,35 | 0,85 | 0,88 | -0,88 | -0,98 | -0,91 | -0,85 | -0,58 |
| Днестр – г. Залещики | -0,58 | -0,18 | -0,50 | 0,76 | 0,98 | -0,67 | -0,59 | -0,75 | -0,40 | -0,66 |
| Тысмениця – с. Дрогобыч | 0,80 | 0,38 | -0,24 | 0,94 | 0,84 | -0,35 | -0,91 | -0,55 | -0,80 | -0,99 |
| Ломница – с. Перевозец | 0,17 | -0,59 | 0,00 | -0,17 | 0,98 | -0,98 | -0,99 | -1,00 | -0,99 | -0,97 |
| Чечва – с. Спас | 0,24 | 0,40 | 0,29 | 0,32 | 0,97 | -0,59 | -0,87 | -0,90 | -0,96 | -0,85 |
| Свиж – пгт. Букачевци | 0,72 | -0,06 | -0,94 | 0,00 | 0,53 | -0,98 | -1,00 | -0,95 | -0,50 | -0,71 |
| Золотая Липа – с. Задаров | 0,21 | -0,65 | -1,00 | -0,53 | 0,02 | -0,92 | -0,84 | -0,71 | -0,76 | -0,92 |
| Коропец – с. Коропец | 0,62 | -0,45 | -0,92 | 0,74 | 0,24 | -0,97 | -0,87 | -0,74 | -1,00 | -0,96 |
| Стрыпа – г. Бучач | 0,65 | -0,17 | -0,94 | 0,00 | 0,24 | -0,97 | -0,92 | -0,80 | -0,92 | -0,96 |
| Серет – с. Чертков | 0,63 | 0,09 | -0,84 | -0,06 | 0,09 | -1,00 | -0,94 | -0,87 | -0,93 | -0,97 |
| Збруч – г. Волочиск | 0,35 | 0,46 | -0,95 | 0,30 | 0,40 | -0,97 | -1,00 | -0,91 | -0,98 | -1,00 |
| Смотрич – с. Купин | 0,40 | -0,06 | -1,00 | -0,80 | 0,12 | -0,90 | -0,93 | -0,87 | -0,88 | -0,97 |
| Лядова – с. Жеребиловка | -0,46 | -0,50 | -0,93 | -0,50 | -0,63 | -0,99 | -0,97 | -0,55 | -0,90 | -0,92 |
| Мурафа – с. Кудиевци | -0,32 | 0,09 | -0,99 | -0,77 | -0,48 | -0,67 | -1,00 | -0,29 | -0,02 | -0,92 |

## Выводы

Анализ динамики характеристик стока рек бассейна Днестра показал, что установились тенденции к снижению водных ресурсов реки не только в нижнем и среднем ее течении, но и в зоне формирования стока. Благоприятные для водных ресурсов климатические условия горной и лесной зон с конца XX века постепенно сменяются на неблагоприятные, что вызвано, в первую очередь, изменениями температурного режима. Полученные результаты указывают на необходимость реализации мер по охране и сохранению водных ресурсов реки и предотвращения ее загрязнения.

## Литература


1. Бефани А.Н., Мельничук О.П. Расчет нормы стока временных водотоков и горных Украинских Карпат: Труды УкрНИГМИ. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. С. 105-131.
2. Didovets, I., Krysanova, V., Bürgera, G., Snizhkoc, S., Balabukhd, V. & Bronsterta, A. Climate change impact on regional floods in the Carpathian region. Journal of Hydrology: Regional Studies, 2019. (№ 22). P. 1-14.
3. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
4. Определение гидрологических характеристик для условий Республики Молдова. СР D.01.05-2012. – 180с.

5. Лобода Н.С. Методические подходы к оценке естественных водных ресурсов горных районов на основе метеорологической информации (на примере горной части бассейна р.Днестр). Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2002. № 45. С. 118-124.
6. Melnyk S., Loboda N. Trends in monthly, seasonal, and annual fluctuations in flood peaks for the upper Dniester River, Meteorology Hydrology and Water Management, 2020, Volume 8, Issue 2, p. 28-36. DOI: 10.26491/mhwm/126705
7. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
8. Kundzewicz Z. W. Trend detection in river flow series: 1. Annual maximum flow / Zbigniew W. Kundzewicz, Dariusz Graczyk, Thomas Maurer, Iwona Pińskwar, Maciej Radziejewski, Cecilia Svensson & Małgorzata Szwed // Hydrological Sciences Journal, 50 (5) October 2005 P. 796-810.
9. Svensson C. Trend detection in river flow series: 2. Flood and low-flow index series / C. Svensson, W. Z. Kundzewicz, T. Maurer // Hydrological Sciences Journal. – 2009. – С. 811–824.
10. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик / ред. А.В. Рождественский, А.Г. Лобанова. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 447 с.
11. Лобода, Н. С., Козлов, М. О., Катинська, І. В. (2021) Оцінка змін водних ресурсів Гірського Дністра у XXI сторіччі за сценарієм RCP8.5 на основі моделі «клімат-стік». Український гідрометеорологічний журнал, 28 (28), с. 48-64. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/9708
12. Мельник, С. В. та Лобода, Н. С. (2021) Оцінка змін характеристик стоку лівобережних приток Верхнього Дністра в умовах потепління. Український гідрометеорологічний журнал, 27. с. 55-65. http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/8996/

# INVENTARIEREA STAFILINIDELOR DIN GENUL *PHILONTHUS* STEPHENS, 1829 (COLEOPTERA, STAPHYLINIDAE, STAPHYLININAE) ÎN COLECȚIE MUZEALĂ (PARTEA II)

***Irina Mihailov***
*Laboratorul Entomologie, Institutul de Zoologie*
*Chișinău, Republica Moldova*
*irinus1982@yahoo.com*

**Abstract:** *Based on the collection (Coleoptera, Staphylinidae) stored in the museum of the Entomology laboratory „Boris Vereshcheaghin" within the Institute of Zoology, an inventory of 20 species of staphylinids from the genus Philonthus Stephens, 1829 was carried out. The paper presents the second part of the 40 species registered in the collection register. According to the model of the first work dedicated to the respective group (part 1), for each species the point, the date of collections made by different specialists in the entomological field, the biotope, the substrate and the number of specimens are presented.*

**Keywords:** *Philonthus Stephens, 1829, (Coleoptera, Staphylinidae, Staphylininae), museum collection, Republic of Moldova, part II.*

## Introducere

În corespundere cu cerințele cercetării științifice în domeniul stafilinidofaunistic din diverse puncte studiate pe teritoriul Republicii Moldova, a reprezentat o preocupare importantă și necesară în constituirea unei colecții științifice dedicate grupului de stafilinide (Coleoptera, Staphylinidae). Astfel a fost inițiat acumularea, aranjarea, identificarea materialului examinat care a fost colectat în perioada anilor ‘50, ‘60, ‘70, ‘80, ‘90 constituind baza primară în stucturarea colecției. Treptat s-a recompletat cu specii de filontine din colectări mai recente, anii 2000. În registru s-au notat punctele exploarate, literatura de specialitate aplicată la efectuarea unei ordonanțe în sinonimie, actualizarea denumirilor latine vechi, identificarea după organele genitale și trăsăturile morfologice. Munca s-a desfășurat într-un mod destul de dinamic acoperind un număr impunător de specii cuprinse în cercetare. În continuare se expune informația referitoare la structura colecției de stafilinide (Coleoptera, Staphylinidae) pentru al doilea grup de filontine (20 specii); punctele/siturile cercetate în timp; inventarierea numerică per gen *Philonthus* Stephens, 1829.

## Metode și materiale

Baza metodică a servit materialul acumulat pe parcurs de mai mulți ani, cu aplicarea colectărilor prin – metoda flotației, – capcanele de sol tip Barber, – capcanele de lumină, – cosirile entomologice, – scuturarea și cernerea cu sita, – colectarea manuală pe suprafețe deschise, – săpături de sol, capcanele cu momeli alimentare. Materialul aplicat reprezintă evidența speciilor și exemplarelor de stafilinide stocate în colecția muzeală (Coleoptera, Staphylinidae) al muzeului de Entomologie din cadrul Laboratorului de Entomologie „Boris Vereshcheaghin". Sunt reprezentate 20 specii din genul *Philonthus* Stephens, 1829 din cutiile: nr. 30, 31 și 32. Identificarea s-a realizat după literatura de specialitate [2]. Inventarierea materialului stafilinic din colecție, permite a elucida perioada inițierii cercetărilor asupra grupului de filontine, anii '50 (1954), '60 (1967-1969), '70 (1970-1972, 1974-1976, 1978-1979), '80 (1980-1984, 1987), '90 (1991) și traiectoria continuării colectărilor de către specialiștii din domeniu (2005-2014).

## Rezultate și discuții

*I. Expunerea materialului stafilinic al grupului de filontine din registrul colecțional depozitat în colecția (Coleoptera, Staphylinidae)*

Inventarierea altor 20 specii din genul *Philonthus* Stephens, 1829, 20, este o continuare a primei părți [3]. În actuala lucrare materialul din colecție este abordat prin partea a II-a. Această direcție de cercetare ne oferă posibilitatea cunoașterii punctelor unde filontinele au fost descoperite și colectate, uniformitatea distribuției pe teritoriul țării noastre și caracterul de populare a diverselor biotopuri. Din aceste 20 specii, pentru 2 stafilinide: *Philonthus rubripennis* Stephens, 1832 și *Philonthus virgo* Gravenhorst, 1802 prezența este confirmată în lucrările [1] și [4], iar în colecție exemplarele lipsesc, fiind fixate doar etichetele de identificare. Speciile care în colecție depășesc cu peste 50 exemplare sunt *Philonthus tenuicornis* Mulsant et Rey, 1853, stocat în număr de 79 exemplare, *Philonthus quisquiliarius* (Gyllenhal, 1810) – 88 ex., *Philonthus rectangulus* Sharp, 1874 – 166 exemplare. Această structurare de specii completează colecția cu 622 exemplare, un număr impunător ce demonstrează munca insistentă în timp a cercetătorilor menționați în rubrica: *colectorul* din Tabelul 1.

**Tabelul 1. Stafilinidele din genul *Philonthus* Stephens, 1829 în colecția (Coleoptera, Staphylinidae) din cadrul Laboratorului de Entomologie „Boris Vereshcheaghin" (partea II).**

| Nr. cutie în colecție | Punctul | Data colectării | Biotopul | Substratul | Număr exem-plare | Colectorul |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. *Philonthus micans* (Gravenhorst, 1802)** | | | | | | |
| nr.30 | Chișinău | 07.04.1968 | pe drum | sub pietre | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Lăpușna, Cotovsc | 22.05.1968 | pășune | dejecții de cabaline | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Trușeni, Strășeni | 12.07.1968 | câmp | plante descompuse | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Cioreşti, Nisporeni | 08.06.1968 | pădure | litieră umedă | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Chițcani | 23.07.1968 | pădure | Litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Grătieşti, Strășeni | 26.08.1968 | câmp de sfeclă | în sol | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Ivancea, Orhei | 26.05.1972 | pădure | Litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | | 05.07.1974 | pădure | Litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | | 31.09.1974 | pădure | Litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | | 08.04.1979 | pădure | Litieră | 1 | Stepanov R. |
| | Palanca | 16.07.1974 | pădure | Lemn | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Chetrosu, Chișinău | 19.07.2008 | pășune | dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| | Saharna, Rezina | 28.08.2010 | malul Nistrului | resturi vegetale | 1 | Mihailov I. |
| | Pelinei, Vulcănești | 24.05.2014 | Rezervația Naturală Flămînda | capcană cu lumină instalat pe noapte în pădure | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **17** | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2. *Philonthus nitidicollis* (Lacordaire, 1835)** | | | | | | |
| nr.30 | Grimăncăuți | 04.06.1969 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Cioreşti, Nisporeni | 12.06.1968 | pădure | pe ciuperci (*Russula* sp.-hulubiță popular) | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Lozova, Strășeni | 28.08.1969 | pădure | litieră | 3 | Ostaficiuc V. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **5** | |
| **3. *Philonthus parvicornis* (Gravenhorst, 1802)** | | | | | | |
| nr.30 | Cioreşti, Nisporeni | 12.06.1968 | luncă | dejeții animaliere | 6 | Ostaficiuc V. |
| | | 13.07.1968 | pășune | dejecții de bovine | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Molovata Veche, Dubăsari | 11.07.2009 | pădure | litieră | 1 | Mihailov I. |
| | Lozova, Strășeni | 08.06.2010 | pădurea Rez. Științ. Codrii | luncă umedă, dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| | Donici Orhei | 21.07.2010 | pășune | dejecții de cabaline | 3 | Mihailov I. |
| | Vatici, Orhei | 21.07.2010 | pășune | dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **15** | |
| **4. *Philonthus politus* (Linnaeus, 1758)** | | | | | | |
| nr.30 | Vatici, Orhei | 20.04.1954 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Vadul lui Vodă | 21.05.1968 | în teren | pe strat de fîn verde plasat la uscat | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Orhei | 03.07.1968 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Chițcani | 23.07.1968 | pădure | litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Scoreni | 09.10.1968 | cîmp de tomate | pe fructe | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Grătieşti, Chișinău | 04.04.1969 | câmp de sfeclă | în sol | 9 | Ostaficiuc V. |
| | Chișinău | 21.04.1970 | câmp | pe buruieni | 1 | Ostaficiuc V. |
| | | 27.05.1982 | pășune | dejecții animaliere | 6 | Ostaficiuc V. |
| | Lozova, Strășeni | 17.07.1974 | pădure | litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | | 20.07.1974 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Ivancea, Orhei | 08.04.1979 | pădure | litieră | 1 | Stepanov R. |
| | Gîrboveț | 05.07.1980 | cîmp | plante descompuse | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Telița | 22.05.1982 | pășune | dejecții animaliere | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Dănceni, Ialoveni | 16.06.1982 | pășune | dejecții animaliere | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Speia, Anenii Noi | 18.07.1982 | pe drum | plante descompuse | 2 | Ostaficiuc V. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **33** | |
| **5. *Philonthus punctus* (Gravenhorst, 1802)** | | | | | | |
| nr.30 | Palanca | 16.07.1974 | pădure | litieră | 5 | Ostaficiuc V. |
| | Telița Nouă | 25.07.1982 | pădure | lemn | 4 | Ostaficiuc V. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **9** | |
| **6. *Philonthus quisquiliarius* (Gyllenhal, 1810)** | | | | | | |
| nr.30 | Cioreşti, Nisporeni | 13.05.1968 | luncă | plante descompuse de tutun | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Lăpușna, Cotovsc | 22.05.1968 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Rădeni, Ungheni | 16.07.1968 | pădure | litieră | 21 | Ostaficiuc V. |
| | | 28.08.1969 | pădure | litieră | 9 | Ostaficiuc V. |
| | Durlești, Strășeni | 15.08.1968 | pășune | dejecții animaliere | 4 | Ostaficiuc V. |
| | Cociulia | 09.07.1970 | pădure | litieră | 12 | Ostaficiuc V. |
| | Calfa, Anenii Noi | 29.07.1970 | pădure | litieră | 8 | Ostaficiuc V. |
| | Edineț | 19.05.1971 | mal de pîrău | în mîl | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Lozova, Strășeni | 24.06.1971 | pădure | litieră | 3 | Ostaficiuc V. |
| | | 16.06.1972 | pădure | litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Ivancea, Orhei | 28.08.1975 | pădure | litieră | 1 | Stepanov R. |
| | | 31.07.1978 | pădure | litieră | 1 | Stepanov R. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Giurgiulești | 09.07.1987 | pădure | litieră | 4 | Ostaficiuc V. |
| | Telița Nouă | 25.07.1982 | pădure | litieră | 5 | Ostaficiuc V. |
| | Molovata Veche, Dubăsari | 11.07.2009 | pășune | dejecții animaliere | 12 | Mihailov I. |
| | Cocieri, Dubăsari | 28.06.2009 | pășune | dejecții animaliere | 3 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **88** | |
| **7. *Philonthus rectangulus* Sharp, 1874** | | | | | | |
| nr.30 | Dubăsarii Vechi, Criuleni | 19.06.1969 | câmp | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Ivancea, Orhei | 12.05.1976 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | | 25.05.1976 | pășune | dejecții de bovine | 2 | Ostaficiuc V. |
| | | 06.08.1981 | pășune | dejecții de bovine | 9 | Ostaficiuc V. |
| | Speia, Anenii Noi | 21.08.1979 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Gîrboveț, Anenii Noi | 04.07.1981 | pășune | dejecții animaliere | 3 | Ostaficiuc V. |
| | | 05.07.1981 | pășune | dejecții de bovine | 6 | Ostaficiuc V. |
| | | 29.07.1981 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Giurgiulești | 22.07.1981 | pășune | dejecții de bovine | 5 | Ostaficiuc V. |
| | Briceni | 06.06.1984 | pădure | litieră | 4 | Ostaficiuc V. |
| | Cocieri, Dubăsari | 28.06.2008 | pășune | dejecții de bovine | 59 | Mihailov I. |
| | | 28.06.2009 | pășune | dejecții de bovine | 16 | Mihailov I. |
| | Chetrosu, Chișinău | 19.07.2008 | pășune | dejecții de bovine | 6 | Mihailov I. |
| | Vasilevca, Dubăsari | 30.05.2009 | pășune | dejecții de bovine | 10 | Mihailov I. |
| | Lunca, Dubăsari | 31.05.2009 | pășune | dejecții de bovine | 12 | Mihailov I. |
| | Rohii, Dubăsari | 26.06.2009 | pășune | dejecții de bovine | 2 | Mihailov I. |
| | Oxintea, Criuleni | 27.06.2009 | pășune | dejecții de bovine | 7 | Mihailov I. |
| | Molovata Veche, Dubăsari | 27.06.2009 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Mihailov I. |
| | Făurești, Chișinău | 13.08.2009 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Mihailov I. |
| | Lozova, Strășeni | 08.06.2010 | luncă umedă | dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| | Suruceni, Ialoveni | 07.07.2010 | luncă | dejecții de bovine | 10 | Mihailov I. |
| | Vatici, Orhei | 21.07.2010 | luncă umedă | dejecții de cabaline | 5 | Mihailov I. |
| | Saharna, Rezina | 28.08.2010 | stepă | dejecții de bovine | 3 | Mihailov I. |
| | Brînzeni, Edineț | 10.07.2012 | pădure | | 1 | Chiriac I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **166** | |
| **8. *Philonthus rubripennis* Stephens, 1832** | | | | | | |
| nr.31 | citat [1] | | | | - | |
| **9. *Philonthus rufipes* (Stephens, 1832)** | | | | | | |
| nr.31 | Cioreşti, Nisporeni | 06.06.1968 | pășune | dejecții de bovine | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Dubăsarii Vechi, Criuleni | 19.06.1968 | pășune | dejecții de bovine | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Ivancea, Orhei | 16.08.1968 | mlaștină | sub iarbă în stare de descompunere | 23 | Ostaficiuc V. |
| | Lozova, Strășeni | 21.06.1975 | pădure | sub iarbă în stare de descompunere | 2 | Ostaficiuc V. |
| | | 08.06.2010 | Rez.Codrii, luncă umedă | dejecții de cabaline | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Speia, Anenii Noi | 21.08.1979 | pădure | litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Dondușeni | 29.05.1984 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Țipova, Rezina | 28.08.2010 | stepă | dejecții de cabaline | 2 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **37** | |
| **10. *Philonthus salinus* Kiesenwetter, 1844** | | | | | | |
| nr.31 | Ghidighici | 12.07.1968 | malul iazului | sub buruieni descompuse | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Chișinău | 20.05.1971 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Palanca | 16.07.1974 | pădure | litieră | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Giurgiulești | 09.07.1987 | pădure | litieră | 7 | Ostaficiuc V. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Congaz | 08.06.2008 | stepă | buruieni | 1 | Mihailov I. |
| | Cocieri, Dubăsari | 23.06.2009 | pășune | dejecții de bovine | 3 | Mihailov I. |
| | Saharna, Rezina | 28.08.2010 | rezervație, stepă, malul Nistrului | resturi vegetale | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **17** | |
| **11. *Philonthus sanguinolentus* (Gravenhorst, 1802)** | | | | | | |
| nr.31 | Lozova, Strășeni | 08.06.2010 | rezerv. Codrii, luncă umedă | dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| | | 21.06.2011 | rezerv. Codrii, luncă umedă | dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| Total exemplare per specie | | | | | **2** | |
| **12. *Philonthus spinipes* Sharp, 1874** | | | | | | |
| nr.31 | Durlești, Chișinău | 22.07.1980 | luncă | buruieni descompuse | 1 | Ostaficiuc V. |
| | | 05.08.1980 | luncă | buruieni descompuse | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Giurgiulești | 21.07.1981 | pășune | dejecții animaliere | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Cojușna, Strășeni | 20.04.2007 | pășune | dejecții de bovine | 6 | Ciubcic V. |
| | Brînzeni, Edineț | 20.08.2007 | pășune | dejecții animaliere | 2 | Bacal S. |
| | | 14.09.2008 | pășune | dejecții animaliere | 4 | Mihailov I. |
| | Rohii, Dubăsari | 27.06.2008 | pășune | dejecții animaliere | 11 | Mihailov I. |
| | Molovata Veche, Dubăsari | 27.06.2008 | pășune | dejecții animaliere | 2 | Mihailov I. |
| | Grătiești | 17.07.2008 | pășune | dejecții animaliere | 3 | Mihailov I. |
| | Chetrosu, Chișinău | 19.07.2008 | pășune | dejecții animaliere | 1 | Mihailov I. |
| | Lunca, Dubăsari | 31.05.2009 | pășune | dejecții animaliere | 5 | Mihailov I. |
| | Lozova, Strășeni | 19.08.2009 | luncă umedă | dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| | Moara Domnească, Glodeni | 20.08.2009 | luncă | dejecții de zimbru | 2 | Mihailov I. |
| | Vrănești, Sîngerei | 11.09.2013 | pășune | dejecții de cabaline | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **41** | |
| **13. *Philonthus splendens* (Fabricius, 1793)** | | | | | | |
| nr.31 | Grimăncăuți | 04.06.1969 | pășune | dejecții de bovine | 6 | Ostaficiuc V. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **6** | |
| **14. *Philonthus succicola* C.G.Thomson, 1860** | | | | | | |
| nr.32 | Vatici, Strășeni | 06.06.1954 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Tudora, Ștefan Vodă | 02.07.1969 | stepă | litieră | 2 | Stepanov R. |
| | Gherboveț | 15.06.1972 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Lozova, Strășeni | 21.05.1979 | pădure | litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Lăpușna | 06.07.1980 | pădure | plante descompuse | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Slobozia (sud) | 15.05.1984 | pădure | litieră | 13 | Ostaficiuc V. |
| | Chișinău | 12.07.1991 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Lărguța | 25.07.2005 | pădure de stejar | litieră | 1 | Bacal S. |
| | Cociulia | 05.08.2005 | pădure de stejar | litieră | 2 | Bacal S. |
| | Leuntea | 26.06.2009 | pădure de stejar | litieră | 2 | Bacal S. |
| | Zăbriceni, Edineț | 01.07.2010 | pădure de stejar | în sol | 2 | Mihailov I. |
| | | 21.06.2010 | pădure de stejar | în sol | 4 | Mihailov I. |
| | Brînzeni, Edineț | 01.07.2010 | pădure de stejar | în sol | 1 | Mihailov I. |
| | | 10.08.2010 | pădure de stejar | în sol | 2 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **35** | |
| **15. *Philonthus temporalis* Mulsant et Rey, 1853** | | | | | | |
| nr.32 | Grimăncăuți | 04.06.1969 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Dondușeni | 27.07.1969 | pădure | cadavru de stejar | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Sărata Mereșeni | 25.08.2006 | pădure | litieră | 1 | Ciubcic V. |
| | Chișinău | 23.04.2007 | parc | litieră | 2 | Ciubcic V. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| nr.32 | Cojușna, Strășeni | 05.06.2009 | pădure | litieră | 2 | Ciubcic V. |
| | Brînzeni, Edineț | 19.09.2010 | pădure de stejar | în sol | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **9** | |
| **16. *Philonthus tenuicornis* Mulsant et Rey, 1853** | | | | | | |
| nr.32 | Vadul lui Vodă | 26.05.1968 | pădure | pe plante verzi | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Durlești | 05.08.1968 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | | 01.04.1981 | pădure | plante descompuse | 2 | Ostaficiuc V. |
| | | 09.06.1981 | pădure | plante descompuse | 8 | Ostaficiuc V. |
| | | 08.04.1983 | pășune | dejecții de bovine | 2 | Ostaficiuc V. |
| | | 12.04.1983 | pădure | litieră | 6 | Ostaficiuc V. |
| | Ivancea, Orhei | 26.05.1972 | pădure | litieră | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Lozova, Strășeni | 21.05.1979 | luncă umedă | dejecții animaliere | 7 | Ostaficiuc V. |
| | Rezina | 15.06.1981 | pășune | dejecții de bovine | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Rădeni, Umgheni | 20.06.1981 | pășune | dejecții animaliere | 4 | Ostaficiuc V. |
| | Cotovsc | 13.07.1981 | pădure | litieră | 3 | Ostaficiuc V. |
| | | 02.08.1981 | pădure | plante descompuse | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Gîrboveț, Anenii Noi | 29.07.1981 | pășune | dejecții de cabaline | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Ocnița | 06.06.1984 | pădure | litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Copanca | 24.08.1984 | pădure | litieră | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Codrii Tigheci | 25.07.2005 | pe salcie | pe frunze | 1 | Bacal S. |
| | Răzeni, Ialoveni | 27.04.2007 | pădure | litieră | 1 | Ciubcic V. |
| | Chișinău | 18.03.2008 | pe drum | cîine pierit | 1 | Ciubcic V. |
| | | 10.04.2008 | pe drum | cîine pierit | 1 | Ciubcic V. |
| | | 23.04.2007 | fîșie magistrală | pe ierburi | 1 | Ciubcic V. |
| | Făgureni, Strășeni | 07.08.2008 | pădure | sub scoarța arborilor | 1 | Ciubcic V. |
| | Moara Domnească, Glodeni | 20.08.2009 | luncă umedă | dejecții de zimbru | 17 | Mihailov I. |
| | Cojușna, Strășeni | 05.06.2009 | pădure | litieră | 1 | Ciubcic V. |
| | Leuntea | 26.06.2009 | pădure | în sol | 2 | Bacal S. |
| | Grădinița | 08.10.2009 | pădure | litieră | 1 | Mihailov I. |
| | Lupa Recea | 25.10.2009 | pădure | litieră | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **79** | |
| **17. *Philonthus umbratilis* (Gravenhorst, 1802)** | | | | | | |
| nr.32 | Ivancea, Orhei | 12.06.1980 | pădure | litieră | 1 | Stepanov R. |
| | Rezina | 15.06.1981 | câmp | plante descompuse | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Șoldănești | 14.08.1981 | câmp | plante descompuse | 5 | Ostaficiuc V. |
| | Durlești | 08.04.1983 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Molovata Veche, Dubăsari | 11.07.2009 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Mihailov I. |
| | Doroțcaia, Dubăsari | 29.07.2010 | malul Nistrului | buruieni | 1 | Mihailov I. |
| | Edineț | 18.06.2011 | pădure | litieră | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **11** | |
| **18. *Philonthus varians* (Paykull, 1789)** | | | | | | |
| nr.32 | Dubăsarii Vechi, Criuleni | 25.07.1967 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Vadul lui Vodă | 26.05.1968 | câmp | plante descompuse | 12 | Ostaficiuc V. |
| | Sculeanca | 24.07.1968 | fîșie forestieră | dejecții animaliere | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Grimăncăuți | 04.06.1969 | pășune | dejecții de bovine | 2 | Ostaficiuc V. |
| | Durlești, Chișinău | 09.06.1981 | câmp | plante descompuse | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Gîrboveț | 12.04.1983 | pășune | dejecții animaliere | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Briceni | 06.06.1984 | pădure | litieră | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Slobozia | 15.05.1984 | câmp | plante descompuse | 3 | Ostaficiuc V. |
| | Lozova, Strășeni | 19.08.2009 | pădure Codrii | litieră | 4 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **28** | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **19. *Philonthus ventralis* (Gravenhorst, 1802)** | | | | | | |
| nr.32 | Chișinău | 07.04.1968 | pe drum | sub pietre | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Cioreşti, Nisporeni | 06.06.1968 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Ostaficiuc V. |
| | Dubăsarii Vechi, Criuleni | 19.06.1968 | pășune | dejecții de bovine | 5 | Ostaficiuc V. |
| | Ghidighici, Chișinău | 12.07.1968 | câmp | plante descompuse | 7 | Ostaficiuc V. |
| | Rădenii Vechi, Strășeni | 17.07.1968 | pădure | litieră | 5 | Ostaficiuc V. |
| | Cocieri, Dubăsari | 28.06.2009 | pășune | dejecții de bovine | 3 | Mihailov I. |
| | Suruceni, Ialoveni | 07.07.2010 | pășune | dejecții de bovine | 1 | Mihailov I. |
| | Țîpova, Rezina | 28.08.2010 | stepă | dejecții de bovine | 1 | Mihailov I. |
| **Total exemplare per specie** | | | | | **24** | |
| **20. *Philonthus virgo* Gravenhorst, 1802** | | | | | | |
| nr.33 | citat [4] | | | | | |
| ***Total exemplare în colecție*** | | | | | ***622*** | |

Depozitarea acestor 20 filontine (tabelul 1) în cutiile colecției 30, 31, 32 este aplicată într-un mod structurat cu număr de specii și specimeni diferit.

În cutia 30 sunt stocate 7 specii și 333 exemplare: *Ph.micans* (Gravenhorst, 1802) – 17 ex., *Ph.nitidicollis* (Lacordaire, 1835) – 5 ex., *Ph. parvicornis* (Gravenhorst, 1802) – 15 ex., *Ph. politus* (Linnaeus, 1758) – 33 ex., *Ph. punctus* (Gravenhorst, 1802) – 9 ex., *Ph. quisquiliarius* (Gyllenhal, 1810) – 88 ex., *Ph. rectangulus* Sharp, 1874 – 166 exemplare

În cutia 31 sunt stocate 6 specii și 103 exemplare: *Ph.rubripennis* Stephens, 1832 – stocat eticheta, specie citată, *Ph.rufipes* (Stephens, 1832) – 37 ex., *Ph.salinus* Kiesenwetter, 1844 – 17 ex., *Ph. sanguinolentus* (Gravenhorst, 1802) – 2 ex., *Ph. spinipes* Sharp, 1874 – 41 ex., *Ph. splendens* (Fabricius, 1793) – 6 exemplare.

În cutia 32 sunt stocate 7 specii și 186 exemplare: *Ph.succicola* C.G.Thomson, 1860 – 35 ex., *Ph. temporalis* Mulsant et Rey, 1853 – 9 ex., *Ph. tenuicornis* Mulsant et Rey, 1853 – 79 ex., *Ph. umbratilis* (Gravenhorst, 1802) – 11 ex., *Ph.varians* (Paykull, 1789) – 28 ex., *Ph. ventralis* (Gravenhorst, 1802) – 24 ex., *Ph.virgo* Gravenhorst, 1802 – stocat eticheta, specie citată.

*II. Analiza punctelor cercetate și distribuția biotopică a speciilor*

Din datele prezentate în tabelul 1, se observă că cele mai multe puncte cercetate au fost în partea de centru a țării. În celelalte puncte din zona de sud și nord studiul speciilor este semnificativ, cu mai puține situri exploarate, dar cu biotopuri mai diversificate și mai bogate populațional, cu stafilinide extrase din areale naturale, agrocenoze întreținute și neîntreținute. Acest aspect elucidează flexibilitatea filontinelor în migrare și adaptabilitate pe terenuri noi. Frecvența speciilor în biotopuri în corelație cu substratul populat capătă un caracter neuniform, unele specii avînd o distribuție specifică altele sporadică. Materialul stafilinic a fost colectat din 11 puncte/situri împărțite pe teritoriul țării în anii: 1954 (1 sit), 1967 (1), 1968 (15), 1969 (7), 1970 (3), 1971 (8), 1972 (3), 1974 (3), 1975 (2), 1976 (1), 1978 (1), 1979 (3), 1980 (4), 1981 (7), 1982 (4), 1983 (2), 1984 (5), 1987 (1), 1991 (1), 2005 (3), 2006 (1), 2007 (4), 2008 (9), 2009 (13), 2010 (9), 2011 (2), 2012 (1), 2013 (1), 2014 (1 sit).

Fiind evidențiată distribuția biotopică per punct/sit cercetat și substratul populat, poate fi constatată specializarea trofică și structura ecologică a speciilor, cu rezultare a 3 grupe tipice:

***grupul I***: filontinele coprobionte – *Philonthus sanguinolentus* (Gravenhorst, 1802), *Ph. rectangulus* Sharp, 1874, *Ph.spinipes* Sharp, 1874, *Ph. splendens* (Fabricius, 1793), *Ph.umbratilis* (Gravenhorst, 1802), *Ph. varians* (Paykull, 1789), *Ph. ventralis* (Gravenhorst, 1802); ***grupul II***: filontinele saprobionte – *Philonthus micans* (Gravenhorst, 1802), *Ph.nitidicollis* (Lacordaire, 1835), *Ph.punctus* (Gravenhorst, 1802), *Ph.quisquiliarius* (Gyllenhal, 1810), *Ph. salinus* Kiesenwetter, 1844, *Ph.succicola* C.G.Thomson, 1860; ***grupul III***: filontinele polibionte – aici se încadrează toate 20 specii de filontine, fiind în corelație cu mai multe structuri ecologice. Din studiul substraturilor din care au fost extrase filontinelor, se determină că majoritatea sunt specii prădătoare cu diverse preferințe nutriționale. Prezența acestora este dominantă în biotopurile de pădure și pășune, urmat de luncă și câmpuri agricole.

## Concluzii

Inventarierea colecției (Coleoptera, Staphylinidae) încadrează stabilirea numericului pentru al doilea grup de stafilinide din genul *Philonthus* Stephens, 1829, structurat în partea a II-a. Studiul informațional este dedicat pentru 20 specii de filontine cu un număr de 622 exemplare.

În intervalul numeric cu maximul de 100-200 ex. se încadrează specia *Philonthus rectangulus* Sharp, 1874, 166 ex.; în grupul de 50-100 ex. sunt speciile: *Ph.tenuicornis* Mulsant et Rey, 1853 – cu 79 ex., *Ph. quisquiliarius* (Gyllenhal, 1810) – 88 ex.; în intervalul de 10-50 ex. sunt specificate speciile: *Ph.spinipes* Sharp, 1874 – 41ex., *Ph.rufipes* (Stephens, 1832) – 37 ex., *Ph.succicola* C.G.Thomson, 1860 – 35 ex., *Ph. politus* (Linnaeus, 1758) – 33 ex., *Ph.varians* (Paykull, 1789) – 28 ex., *Ph.ventralis* (Gravenhorst, 1802) – 24 ex., *Ph.micans* (Gravenhorst, 1802), *Ph.salinus* Kiesenwetter, 1844 – cîte 17 ex. fiecare, *Ph. parvicornis* (Gravenhorst, 1802) – 15 ex., *Ph.umbratilis* (Gravenhorst, 1802) – 11 ex.; la enumerarea cu mai puțin de 10 ex. se încadrează speciile: *Ph.punctus* (Gravenhorst, 1802) și *Ph. temporalis* Mulsant et Rey, 1853 – fiecare cîte 9 ex., *Ph.splendens* (Fabricius, 1793) – 6 ex., *Ph.nitidicollis* (Lacordaire, 1835) – 5 ex., *Ph. sanguinolentus* (Gravenhorst, 1802) – 2 exemplare.

**Recunoașteri.** Cercetările realizate, expunerea materialului colecțional pentru 20 specii din genul *Philonthus* Stephens, 1829 (Coleoptera, Staphylinidae), partea a II-a, este produsul final al proiectului instituțional de stat 20.80009.7007.02: Schimbări evolutive ale faunei terestre economic importante, ale speciilor rare și protejate în condițiile modificărilor antropice și climatice, susținut de către Agenția Națională pentru Cercetare și Dezvoltare a Republicii Moldova, coordonat de către Bușmachiu Galina, director de proiect, doctor habilitat, conferențiar cercetător, șef al laboratorului de Entomologie din cadrul Institutului de Zoologie.

## Referințe

1. Адашкевич Б.П. (1972). (Adashkevich B.P.). Хищные жуки (*Coleoptera*, *Staphylinidae*, *Carabidae*) // Полезная энтомофауна овощных полей Молдавии. Кишинев: Штиинца. С. 30-38.
2. Coiffait H. (1974). Coleoptere staphylinidae de la region Paleartique occidentale. Sous famille *Staphilininae*. Tribus *Philonthini* et *Staphylinini*. Toulouse, vol. 2, 583 p.
3. Mihailov I. (2021). Inventarierea stafilinidelor din genul *Philonthus* Stephens, 1829 (Coleoptera, Staphylinidae, Staphyliniae) în colecție muzeală, (partea I). În: Conservarea diversității biologice – o șansă pentru remedierea ecosistemelor. Simpozion Științific Int. consacrat aniversării a 50 ani de la fondarea Rezervației Codrii. Lozova, 24-25 septembrie. p.198-207.
4. Яцентковский Е. (1912). (Yatsentkovskiy E.). Материалы по энтомологической фауне Бессарабии. Жесткокрылые. VII. *Staphylinidae* // Тр. Бессараб. об-ва естествоисп. и любителей естествозн., том II, вып.2, с. 149-164.

# ЭКОНОМИЧЕСКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕГО БАССЕЙНА ДНЕСТРА

***Иван Мороз***

*Институт экологии и географии, Кишинёв, morozbye@yahoo.com*

**Резюме:** *Наличие крупнейшей водной артерии республики, благоприятный микроклимат, ценные минеральные воды и красивые прибрежные ландшафты создают естественные условия для разнообразной хозяйственной деятельности, что высоко ценится не только местными жителями из разных уголков республики, но и иностранными гостями. В советский период в долине Днестра, особенно в центральной части республики, сформировались самые большие потоки рабочей силы и был создан самый разнообразный и обеспеченный инфраструктурой и экономическим районом.*

***Ключевые слова:*** *Днестр, сельское хозяйство, промышленность, транспорт.*

## Введение

Для исследования был выбран бассейн реки Нижний Днестр на территории Республики Молдова. Площадь исследования 787 тыс. га, занимает всю или часть территории нескольких административно-территориальных единиц страны.

Этот регион обладает богатым экономическим потенциалом, использование которого по справедливой стоимости может иметь большие перспективы для роста и развития региональной и национальной экономики. Это исследование относится к числу пионерских работ в нашей стране при оценке экономических составляющих на уровне речного бассейна.

## Материалы и методы

Включает основные источники информации для данного исследования:

а) библиографические источники со ссылками на тему исследования;
б) консультации экспертов, государственных, региональных и местных органов власти на местах;
в) авторские экспедиции с целью анализа сложившейся ситуации.

*Основными методами, которые использовались для этого исследования, были:*

- для изучения литературы использован метод анализа и синтеза, а также обработка статистической информации по оценке экономических элементов.
- статистический метод, используемый для обработки данных и создания базы данных и обработки информации о количественных и качественных аспектах экономических компонентов.
- графо-картографический метод: при изображении хозяйственных составляющих на территории;
- метод сравнения применялся для оценки трендов пространственно-временной динамики.

## Результаты и их обсуждение

**Территория и границы.** Площадь территории составляет 787608 км2. В административном отношении низовья бассейна реки занимают следующие территории: Кишинэу, Новые Анены, АТО Приднестровья (Григориополь, Слобозия), Тигина и Тирасполь, частично: Криулень, Дубэсарь, Орхей, Калараш, Унгень, Ниспорень, Страшен, Яловень, Чимишлия, Каушаны и Штефан-Водэ и УТА Приднестровье (Дубасарь) с 366 населенными пунктами. Его северная, западная и южная границы в основном проходят с административными территориями Республики Молдова, а восточная граница – с Одесской областью Украины [3]. Где основные таможенные пункты: Паланка-Майки-Удобное, Тудора-Староказаче, Незавертайловка-Градинцы, Первомайск-Кучурган, Фрунза-Розаловка, Тирасполь-Гребеники, Ближний Хутор-Славяносербка, Малиести-Великопольшав И-Пав, Мок-Платоново шоссе и Новосавицкая дорога. -Кучурганская железная дорога.

Из этого региона следующие приграничные районы Республики Молдова, жители которых пересекают молдавско-украинскую государственную границу в упрощенном порядке: Дубэсарь, Григориополь, Слобозия, Кэушаны и Штефан-Водэ.

В этом контексте приграничные районы Одесской области Украины, жители которых пересекают молдавско-украинскую государственную границу в упрощенном порядке: Краснооктянский, Фрунзовский, Великомихайловский, Роздельнянский, Беляевский, Белгород-Днестровский и другие, Теплодар [8].

**Сельское хозяйство.** По землепользованию НБД является типичным сельскохозяйственным регионом (рис. 1.), где эти категории земель составляют 76,5%, что на 3,6% больше, чем в среднем по стране. Наиболее капитализированным с сельскохозяйственной точки зрения регионом в пределах бассейна является Нижнеднестровская равнина, на которую приходится 80%. Так, более половины поверхности бассейна составляет ***пашня*** (53,4 %), что на 0,4 % ниже, чем в среднем по стране.

Они в основном заняты зерновыми культурами, местами техническими, а орошаемые лугами – овощными культурами. Доля пашни выше в равнинных районах – на Нижнеднестровской равнине – около 62%, где преобладают черноземные почвы и равнинные земли (на Нижнеднестровской равнине 0-2° равнинные земли занимают 51,5%). Наименьшие площади отмечены в центральной и северо-западной части бассейна, в пределах Кодрилорского плато, где фрагментарный рельеф препятствует их расширению [4].

***Многолетние насаждения*** занимают 11,1 % площади бассейна (8,9 % в среднем по стране). Наибольшее распространение они получили в центральной и северо-западной части бассейна, в пределах плато Кодры. Доля этих земель в этом регионе явно выше, чем в среднем по бассейну и по стране. Например, в Восточных Кодрах эти земли занимают 20% площади. Фрагментарный рельеф и наличие склонов с южной экспозицией благоприятствуют расширению виноградников. В структуре многолетних насаждений отмечается уменьшение доли садов и увеличение доли виноградников с севера на юг.

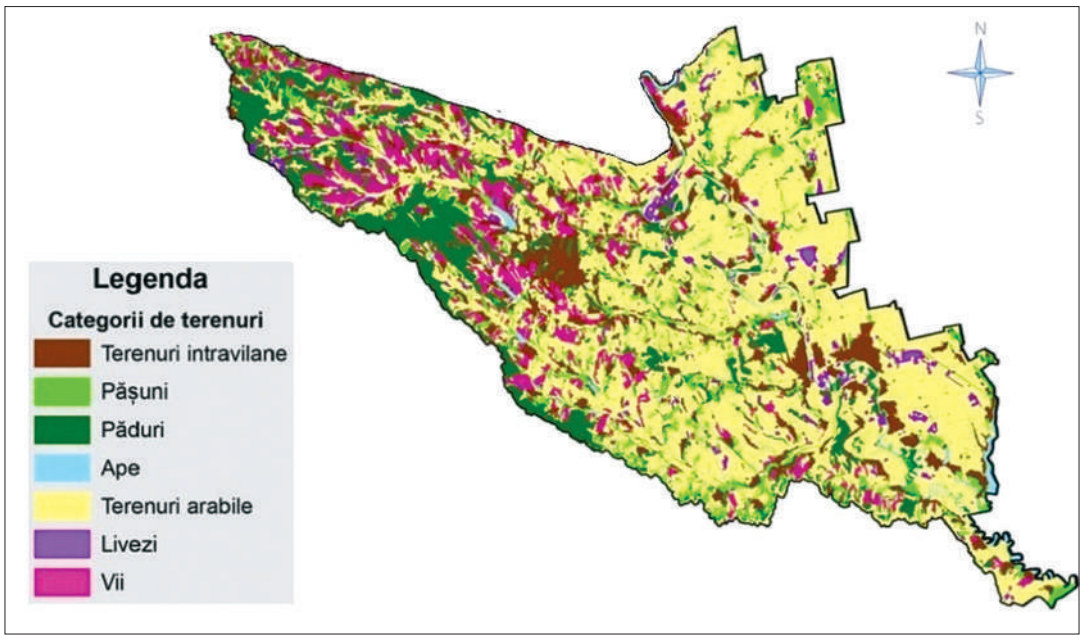



**Рис. 1. Землепользование в пределах НБД. Источник:** изменено автором из [5].

***Луга*** (пастбища и луга) занимают более 12 % поверхности (10,6 % по республике), и их повторяемость относительно постоянна по всему бассейну. Более высокий вес регистрируется в пределах рельефа плато [1,4].

**Фитотехника.** Относительно хорошие природно-хозяйственные условия позволяют выращивать широкий спектр растений, но с определенной степенью специализации, зависящей от географического района (север, центр, юг) и конкретных местных условий. Зерновые распределены равномерно, но большие площади находятся в южном регионе. Наибольшие площади картофеля мы паспортизируем в центральной части бассейна. Виноградарством занимаются в Центральном и Южном регионах. (Таб. 1. и 2.).

**Таблица 1. Мировое производство зерновых, подсолнечника и сахарной свеклы в сельхозпредприятиях в территориальном разрезе, в тоннах.**

| Район | Зерновые и бобовые культуры | | Подсолнух | |
|---|---|---|---|---|
| **Год** | **2010** | **2011** | **2010** | **2011** |
| м. Кишинёв | 2480 | 3660 | 784 | 554 |
| Новые Анены | 17331 | 20684 | 3710 | 3243 |
| Калараш | 1002 | 821 | 79 | 95 |
| Криулень | 21041 | 21943 | 7200 | 6182 |
| Дубоссары | 13013 | 10982 | 3629 | 4131 |
| Яловень | 7773 | 9524 | 1486 | 1477 |
| Страшень | 3467 | 2940 | 456 | 840 |
| Каушени | 36414 | 47315 | 8870 | 11740 |

**Источник:** изменено автором из [1].

**Таблица 2. Общее производство табака, картофеля, полевых овощей, фруктов и винограда в агрохолдингах по территориальному разрезу, тонн**

| Район | Табак | | Картофель | | Полевые овощи | | Фрукты и ягоды | | Виноград | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Год** | **2010** | **2011** | **2010** | **2011** | **2010** | **2011** | **2010** | **2011** | **2010** | **2011** |
| м. Кишинёв | - | - | 19 | 55 | 277 | 155 | 2626 | 2120 | 2864 | 5372 |
| Новые Анены | - | - | 343 | 273 | 3370 | 2537 | 1534 | 2332 | 4989 | 7003 |
| Калараш | - | - | 76 | 78 | 256 | 306 | 811 | 1596 | 763 | 1082 |
| Криулень | 284 | 76 | 347 | 269 | 3630 | 5568 | 1846 | 2052 | 262 | 1241 |
| Дубоссары | 480 | 345 | 829 | 1511 | 2679 | 2706 | 1499 | 1244 | 9 | 103 |

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Яловень | - | - | 455 | 626 | 791 | 799 | 710 | 357 | 1589 | 1435 |
| Страшень | - | - | - | - | 85 | 118 | 1774 | 2917 | 3830 | 7157 |
| Каушени | 85 | 67 | 73 | 80 | 914 | 695 | 3248 | 2259 | 3948 | 8256 |

**Источник:** изменено автором из [1].

**Животноводство** резко сократилось. Это было обусловлено факторами экономическими (отсутствие дотаций в данной подотрасли) и природными (засухи последних лет). Все это сильно повлияло на стадо животных (табл. 3.). Таким образом, если поголовье свиней не сильно различается по регионам, оно выше в районах вблизи Кишинева (Новые Анены, Криулень), потому что оно более интенсивное. Поголовье овец и коз увеличивается в степных районах (Южный район), а поголовье крупного рогатого скота – к северу. Это определяется площадью и особенно качеством естественных пастбищ.

**Таблица 3. Поголовье животных в хозяйствах всех категорий в территориальном разрезе на 1 января, тыс. голов**

| Район | Крупный рогатый скот | | Свинья | | Овцы и козы | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Год | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 |
| м. Кишинёв | 2,4 | 2,0 | 5,0 | 4,0 | 6,2 | 5,4 |
| Новые Анены | 7,5 | 6,7 | 54,9 | 41,6 | 13,6 | 13,5 |
| Калараш | 3,7 | 3,7 | 7,1 | 9,3 | 10,7 | 11,7 |
| Криулень | 5,8 | 5,7 | 21,4 | 30,7 | 7,4 | 7,0 |
| Дубоссары | 2,3 | 2,5 | 5,2 | 7,4 | 2,7 | 3,2 |
| Яловень | 4,6 | 4,4 | 7,6 | 8,6 | 7,7 | 7,7 |
| Страшень | 3,3 | 2,9 | 15,0 | 11,4 | 8,2 | 7,5 |
| Каушени | 9,4 | 9,1 | 20,8 | 18,6 | 40,2 | 36,4 |

**Источник:** изменено автором из [1].

**Промышленность.** В НБД представлены различные виды промышленной деятельности. Из них особое значение для экономики не только области, но и республики в целом, оказывающее заметное влияние на состояние окружающей среды, имеет энергетика.

Основными энергетическими объектами являются Кишиневская ТЭС, Дубоссарская ГЭС (табл. 4). В начале 1960-х годов была построена Днестровская ТЭЦ (на берегу Кучурганского лимана). Его мощность составляла более 80% от общей мощности всех электростанций республики. В настоящее время она снабжает электроэнергией только население Приднестровья, а большая часть ее продукции экспортируется в Украину. Местные энергоресурсы покрывают лишь 2% от общего энергопотребления.

**Таблица 4. Мощность электростанции (тыс. кВт)**

| Название электростанции | Putere instalată | % din total |
|---|---|---|
| Молдавская ГРЭС (Днестровск) | 2520 | 83,8 |
| ЦТЭ-2 Кишинев | 240 | 8,0 |
| ЦТЭ-1 Кишинев | 58 | 1,9 |
| ГЭС Дубэсарь | 48 | 1,6 |

**Источник:** изменено автором из [4].

Машиностроение характеризуется высокой степенью концентрации в крупных городских центрах (Кишинев, Тирасполь, Тигина), где сосредоточено большинство подотраслей этой отрасли. Крупнейшие заводы в указанных центрах: «Агромашина», «Молдавгидромаш», «Инкомаш» (Кишинев), «Электромаш» (Тирасполь), «Молдавкабель» (Тигина). Одним из первых предприятий машиностроительной отрасли является тракторосборочный завод в Кишиневе (в настоящее время «Tracom» S.A.), выпускающий сельскохозяйственную технику и инструменты для работы на виноградниках и в садах [1].

Химическая промышленность сосредоточена в основном в крупных городах. Крупнейшие предприятия: Кишиневский завод бытовой химии, Кишиневский завод искусственных кож «Пиларт», Тигинский химический завод, Тираспольский завод пластмасс. Парфюмерно-косметическую промышленность представляет компания «Виорика-Косметик», в состав которой входит парфюмерно-косметическая фабрика в Кишиневе и несколько хозяйств, специализирующихся на гетеромасличных культурах. Эта компания производит различные продукты на основе веществ, извлеченных из лекарственных растений. Фармацевтическая промышленность представлена 4 фармкомпаниями, выпускающими несколько десятков наименований препаратов. Крупнейшие фармацевтические компании «Фармако», «Фармаприм» и «Фармавет» в Кишиневе [4].

Кирпичная и керамическая промышленность в качестве сырья использует глины. Разрабатываются месторождения Бубуэчь (мун. Кишинэу), Мэлээшть (Григориопольский р-н). Производятся кирпич, строительная керамика, терракота, черепица, керамические трубы, наиболее важные заводы находятся в Кишиневе, Тирасполе, Каушанах, Яловенах и Страшенах.

Основными предприятиями текстильной промышленности являются фабрика хлопчатобумажных тканей «Тиротекс» в Тирасполе и шелковая фабрика «Тигина». Производство тканей в последние годы значительно сократилось. Швейная промышленность сосредоточена в крупных городах. Среди них упомянем кишиневскую фабрику «Ионел», производящую мужские костюмы, швейную фабрику «Одема» в Тирасполе – мужские рубашки и детскую одежду, фабрику «Дубасарь» – детскую одежду и т.д. Трикотажная промышленность с основными предприятиями города. Кишинев, где находится компания «Стяуа», производящая широкий ассортимент трикотажных изделий. Основные обувные фабрики расположены в Кишиневе («Зориле») и Тигине («Флоаре» и «Тигина») [4].

**Транспорт.** Сеть автомобильных дорог общего пользования Днестровского бассейнового округа имеет общую протяженность 6495 км, из них 12,3 % – дороги международного значения, 22,6 % – республиканского значения и 65,2 % – местного значения (табл. 5., рис. 2). Из общей протяженности автомобильных дорог 13,3% приходится на бассейн Быка, 8,2% – на бассейн Ботны и 4,7% – на бассейн Ичель.

**Таблица 5. Длина дорог (км)**

| Бассейны | Международного значения | Государственного значения | Местного значения | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Днестр | 797.5 | 1465.5 | 4232.0 | 6495.0 |
| Икель | 79.3 | 58.0 | 168.0 | 305.3 |
| Бык | 123.1 | 274.9 | 465.8 | 863.8 |
| Ботна | 31.5 | 201.1 | 300.4 | 533.0 |

**Источник:** изменено автором из [5].

Индикатор измерения доступности, плотность дорог является релевантным показателем урбанизации, поэтому очень доступными считаются районы с высоким процентом плотности дорог.

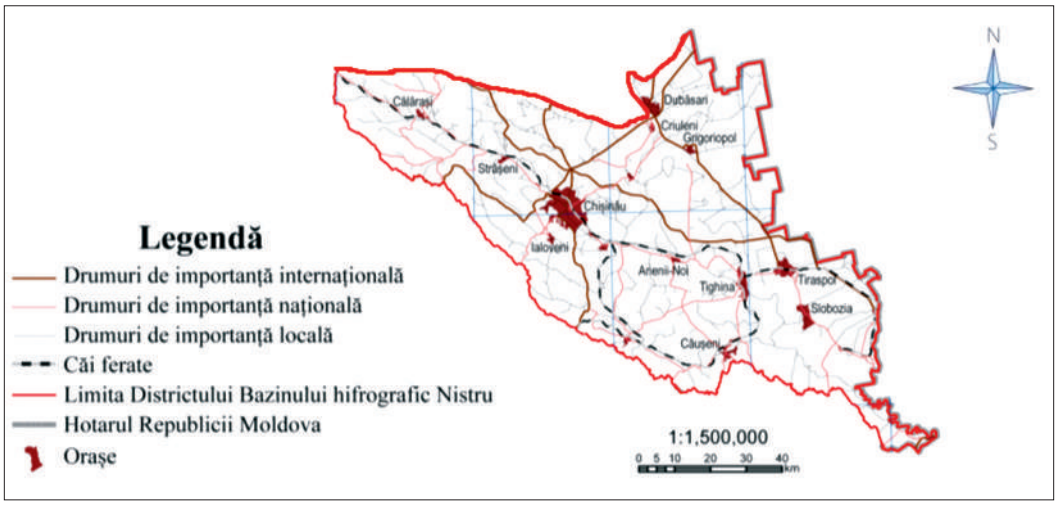



**Рис. 2. Сеть транспортных маршрутов в пределах НБД. Источник:** изменено автором из [5].

На районном уровне плотность улично-дорожной сети составляет 33,3 км/100 км$^2$ (табл. 6), с пространственными различиями в зависимости от частоты городов. Например, в бассейне Бык высокое значение плотности дорог (39 км/100 км$^2$) по сравнению с другими анализируемыми бассейнами объясняется тем, что в этом бассейне находится 8 городов.

**Таблица 6. Плотность дорог (км/100км$^2$).**

| Бассейны | Международного значения | Государственного значения | Местного значения | Всего |
|---|---|---|---|---|
| Днестр | 4.1 | 7.6 | 22.0 | 33.8 |
| Икель | 9.0 | 6.6 | 19.1 | 34.8 |
| Бык | 5.6 | 12.4 | 21.0 | 39.0 |
| Ботна | 1.9 | 11.8 | 17.7 | 31.4 |

**Источник:** изменено автором из [5].

Анализ плотности дорог по категориям также выявляет заметные пространственные различия. В бассейне реки Бык плотность автомобильных дорог республиканского значения составляет 12,4 км/100 км$^2$, что примерно в два раза выше, чем в бассейне реки Икель (6,6 км/100 км$^2$). Однако из-за плотности дорог международного значения бассейн Бык (5,6 км/100 км$^2$) уступает место бассейну Икель (9 км/100 км$^2$), который пересекают автомобильные дороги М14, М2 и М21.

**Таблица 7. Протяженность (км) и плотность железных дорог (км/100км$^2$).**

| Бассейны | Длина | Плотность |
|---|---|---|
| Днестр | 616.3 | 3.2 |
| Бык | 142.5 | 6.4 |
| Ботна | 115.2 | 6.8 |

**Источник:** изменено автором из [5].

Сеть наземного транспорта завершается сетью железных дорог, которая в пределах района составляет 661,3 км при плотности 3,2 км железных дорог на 100 км$^2$ (табл. 7).

## Выводы

В советский период в долине Днестра, особенно в центральной части республики, сформировались самые большие потоки рабочей силы и был построен самый разнообразный и обеспеченный инфраструктурой и экономическим районом.

Этот регион обладает богатым экономическим потенциалом, использование которого по справедливой стоимости может иметь большие перспективы для роста и развития региональной и национальной экономики.

В последние годы в результате усилий агентств и общественных организаций различных отраслей экономики произошло перезапуск этого региона.

## Библиография


1. *Anuarul statistic al R. Moldova*, 2012. Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova. Chișinău, 2013.
2. Bacal P., Cocoє I. Geografia turismului. Note de curs. Chișinău, 2010, Ed. ASEM, p. 97-101
3. Direcţia bazinieră a Agenţiei „Apele Moldovei”. Rapoartele anuale (2007-2018) generalizate privind Indicii de gospodărire a apelor în Republica Moldova.
4. Mâtcu M., Sochircă V. (2001), Geografia umană a Republicii Moldova, Edit. ARC, Chişinău.
5. Planul de Gestionare a Districtului Bazinului Hidrografic Nistru elaborat în conformitate cu cerințele Legii Apelor Nr. 272 din 23 decembrie 2011.
6. Rapoartele Anuale Generalizate privind Indicii de gospodărire a apelor în Republica Moldova.
7. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. În: http://meteo.md/monitor/monitor.htm
8. http://www.border.gov.md

# РУЧЕЙНИКИ (TRICHOPTERA) РЕКИ ДНЕСТР НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА (2015-2022)

***Оксана Мунжиу***
*Институт зоологии*
*Республика Молдова, Кишинев 2028, Тел. (+373 22) 737509;*
*e-mail: oksana.munjiu@gmail.com*

## Введение

Ручейники – это амфибионтные насекомые с полным превращением, личинки и куколки которых обитают в водоемах разного типа, кроме термальных, бедных кислородом и сильно минерализованных. [10]. Распространенны всесветно, кроме Антарктиды. В современной мировой фауне насчитывается около 15000 видов ручейников [1]. Наибольшее видовое разнообразие, как и следует из русского названия, отмечается в ручьях [10]. На территории Республики Молдова первый список ручейников в рамках всестороннего изучения реки Днестр был опубликован Ярошенко в 1957 году [11], в него входило 18 таксонов, в настоящее время в Молдове определены 33 вида ручейников и несколько таксонов определенных до более высокого таксономического ранга [3].

Ручейники, т.е. Trichoptera в переводе с латыни значит – волосистокрылые [5] *trichos* (волос) и *ptera* (крылья). Обычная продолжительность жизни личинки ручейника около года, у некоторых крупных видов до 3 лет, за это время, в процессе роста, они линяют несколько раз и достраивают домик. Затем превращаются в куколку, которая после созревания плывет к берегу, выползает из воды, еще раз линяет и становится взрослым крылатым ручейником. Длинна тела личинки составляет от 2–3 мм у *Orthotrichia* до 40 мм у *Phryganea* [9].

Личинки Trichoptera строят видоспецифичные домики или ловчие сети, прикрепляя их к различным донным субстратам. Они питаются детритом, водорослями, макрофитами, есть и свободно живущие хищники, обычно питающиеся личинками других насекомых. Сами ручейники служат пищей многим животным, в первую очередь рыбам и птицам. Важную экосистемную роль играют ручейники и в переносе вещества из водоемов на сушу при вылете взрослых особей.

Поскольку личинки ручейников предпочитают участки водоемов с чистой, насыщенной кислородом, водой [9], они чувствительны к ее загрязнению, а количество и видовое разнообразие Trichoptera используется в различных системах биомониторинга.

## Материалы и методы

Пробы были отобраны в русле р. Днестр посезонно, в период с 2015-2022 гг., на 11 точках: Наславча, Атаки (Волчинец), Сороки, Каменка, Ержово, Гояны, Кочиеры, Вадул-луй-Воды, Варница, Суклея и Паланка. В Дубоссарском водохранилище пробы отбирались с левого и правого берегов. Всего было собрано и обработано более 450 проб макробентоса.

Количественные пробы отбирали дночерпателями Петерсена и Экмана с площадью отбора 0,025 м$^2$, и прямоугольной драгой, с площадью отбора 8 м$^2$. Для качественных проб использовали сачок и ручной сбор с различных субстратов [2]. Пробы фиксировались 37% формалином или 96% спиртом, с последующей идентификацией в лаборатории до наименьшего возможного таксона с помощью определителей [4, 6, 7, 9, 10] и микроскопов Axio Imager A.2 (Zeiss), SteREO Discovery.V8 (Zeiss). Все фотографии сделаны автором с использованием SteREO Discovery.V8 (Zeiss). Численность пересчитывали на экз/м$^2$.

## Результаты

В результата проведенных исследований были определены: видовой состав, численность и биомасса ручейников в русле и в Дубоссарском водохранилище. Всего было идентифицировано 28 таксонов, их них 20 до видового уровня (Табл.1).

**Таблица 1. Распределение ручейников р. Днестр на территории Республики Молдова в период 2015–2022 гг. 1 – Наславча, 2 – Атаки (Волчинец), 3 – Сороки, 4 – Сороки, на 6 км ниже по течению, 5 – Каменка, 6 – Ержово, 7 – Гояны, 8 – Кочиеры, 9 – Вадул-луй-Воды, 10 – Варница, 11 – Суклея и 12 – Паланка**

| Название таксонов | 1 | 2 | 3 | 3* | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Agraylea multipunctata* Curtis, 1834 | + | + | | | + | + | + | + | + | | | |
| *Agraylea sexmaculata* Curtis, *1834* | | | | | | | + | | | | | + |
| Agraylea sp | | | | | + | | + | + | | | | + |
| *Anabolia furcata* Brauer, 1857 | | + | | | | | | | | | | |
| *Anabolia sp* | + | | | | | | | | | | | |
| *Athripsodes bilineatus* (Linnaeus, 1758) | | | | | | | | | + | | | |
| *Athripsodes cinereus* (Curtis, 1834) | | + | | | + | | + | | + | | | |
| *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842) | | | | | | + | + | + | + | + | | + |
| *Hydroptila sp* | | | | + | | | + | + | | + | | |
| *Hydroptila tineoides* Dalman, 1819 | | + | | | + | | + | | | | | |
| *Hydropsyche ornatula* McLachlan, 1878 | | | | | | | | | + | | | |
| *Hydropsyche sp* | | | | + | | | | | | | | |
| *Leptoceridae* | | + | | | + | + | + | + | + | | | + |
| *Limnephilus flavicornis* (Fabricius 1787) | | | | | | | | | + | | | |
| *Mystacides azureus* (Linnaeus, 1761) | | | | | | + | + | | + | | | |
| *Mystacides longicornis* (Linnaeus, 1758) | | | | | + | + | + | | | + | | + |
| *Mystacides sp* | | | | | + | + | + | + | | | | |
| *Neureclipsis bimaculata* (Linnaeus, 1758) | | | | | | | + | | | | | |
| *Oecetis furva* (Rambur, 1842) | | | | | | + | + | | | | | |
| *Oecetis lacustris (*Pictet, 1834) | | | | | | + | + | | | | | |
| *Oecetis sp* | | | | | | + | + | + | | | | |
| *Oecetis ochracea* (Curtis, 1825) | | | | | | + | | + | | | | |
| *Oligostomis reticulata* (Linnaeus, 1761) | | | | | | + | | | | | | |
| *Orthotrichia costalis* (Curtis, 1834) | | | | | | | + | + | + | | + | + |
| *Phryganea bipunctata* Retzius 1783 | | | | | | + | | | | | | |
| *Phryganea sp* | | | | | + | | | | | | | |
| *Plectrocnemia conspersa* (Curtis, 1834) | | | | | | | + | | | | | |
| *Polycentropodidae* | | | | | | | + | + | | + | | + |

Наибольшее количество видов было отмечено на станциях Ержово и Гояны: 12 и 18 видов, соответственно. На станции Сороки личинки ручейников в пробах не встречались.

Наиболее распространенный вид – *A. multipunctata* (Рис. 1.1), отмечался в количественных и качественных пробах на 7 станциях реки и водохранилища. Редко, и в единичных экземплярах, встречались *A. furcata*, *L. flavicornis*, *O. reticulata*, и *P. bipunctata* (Рис. 1.2).

**Рисунок 1.1.** *Agraylea multipunctata* Curtis, 1834 и 1.2. *Phryganea bipunctata* Retzius, 1783 с видоспецифичными домиками.

Наибольшая численность была характерна для: *E. tenellus* (Рис. 2.1) и *Hydroptila sp.* – 960 экз/м$^2$ (осень 2021 г., ст. Кочиеры), *Mystacides sp.* – 960 экз/м$^2$ (лето 2015 г., ст. Каменка и *O. ochracea*

(Рис. 2.2) – 800 экз/м$^2$ (осень 2016 г. ст. Кочиеры). Можно отметить также высокую численность *A. cinereus* – 400 экз/м$^2$ (зима 2021 г., ст. Атаки ) и *O. costalis* – 320 экз/м$^2$ (осень 2021 г., ст. Гояны).

**Рисунок 2.1.** *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842)

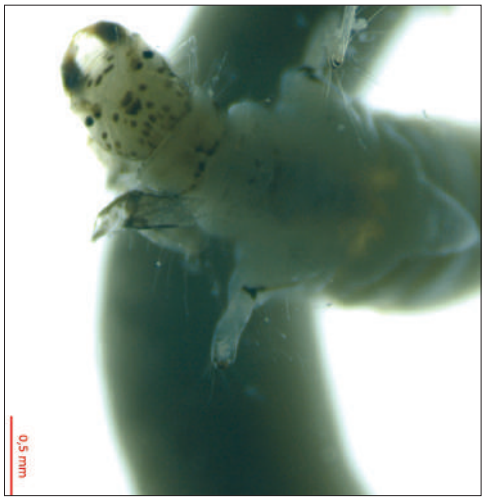



**Рисунок 2.2.** *Oecetis ochracea* (Curtis, 1825)

**Обсуждение результатов**

Из 28 отмеченных таксонов, 19 имеют индикаторную значимость вида – S (1,20 – 2,20), значение которой у исследованных видов, варьируют от олигосапробной до β-мезосапробной зоны .

К индикаторам олигосапробной зоны относятся 8 из них: *Agraylea sp., Athripsodes bilineatus, Hydroptila sp., Leptoceridae, Limnephilus flavicornis, Neureclipsis bimaculata, Phryganea bipunctata, Phryganea sp., Plectrocnemia sp.* (Рис.3.1)*, Polycentropodidae.*

Также отмечены 11 таксонов индикаторов β-мезосапробной зоны загрязнения воды: *Anabolia furcata, A. cinereus, E. tenellus, Hydropsyche sp., M. azureus, M. longicornis* (Рис. 3.2)*, O. furva, Oecetis sp., O. ochracea,* из чего следует, что все эти виды ручейников являются индикаторами чистых и умеренно загрязненных вод.

**Рисунок 3.1.** *Plectrocnemia conspersa* (Curtis, 1834)

**Рисунок 3.2.** *Mystacides longicornis* (Linnaeus, 1758)

Список таксонов, определённых в данном исследовании, можно дополнить видами, отмеченными в некоторых правобережных притоках среднего участка реки Днестр, в пределах Республики Молдовы в 2020-2021 гг.: *Grammotaulius* sp., *Hydropsyche angustipennis* (Curtis, 1834), *Hydropsyche pellucidula* (Curtis, 1834) и *Rhyacophila nubila* (Zetterstedt, 1840) [8].

Необходимо отметить некоторые изменения в видовом разнообразии ручейников р. Днестр. Несмотря на увеличение количества таксонов с 18 в 1957 г. до 28, в настоящее время это связанно, прежде всего, с более детальной видовой идентификацией, а не с увеличением реального биоразнообразия этой группы амфибионтных насекомых на территории Молдовы.

Поскольку Дубоссарское водохранилище, в основном, обеспечивается водой из р. Днестр, именно реофильные виды послужили основой донной фауны водохранилища. Мы считаем, что только долговременные исследования донных биоценозов отражают изменения качества среды обитания гидробионтов и в первую очередь это относится к наиболее чувствительным таксонам макробентоса, таким как ручейники. Именно поэтому отмечаемый в числе доминирующих видов на верхнем участке водохранилища в 60-е годы *Hydropsyche ornatula* уже в период 2015-2022 гг. был зафиксирован лишь в единичных экземплярах ниже Дубоссарского водохранилища в русле реки на ст. Вадул-луй-Водэ. Отсутствуют, в настоящее время, в пробах и ручейники *Wormaldia subnigra* McLachlan, 1865, отмеченные Ярошенко [*11*] в русле р. Днестр. Их многолетнее отсутствие в пробах связано с особенностями их жизненных циклов, т. к. личинки этого вида обитают в реках на быстром течении среди камней [*9*], а таких мест в русле Днестра в связи с гидростроительством, зарастанием макрофитами и заилением. остается все меньше.

Также негативно влияет на возможность выживания ручейников и сброс неочищенных сточных вод в районе г. Сороки. Это подтверждается тем, что за весь период 2015-2022 гг. на данном участке не обнаружено ни одной особи ручейников, а на ст. Суклея, расположенной ниже г. Тирасполя, лишь один таксон, да и то один раз. Что касается остальной изученной акватории р. Днестр, то на ст. Наславча было выявлено 2 таксона, ст. Атаки (Волчинец) – 5, Сороки (ниже по течению на 6 км, у ручья) – 2, Каменка – 8, Ержово – 12, Гояны – 18, Кочиеры – 10, Вадул-луй-Водэ – 9, Варница – 4, Суклея – 1 и Паланка – 7 таксонов ручейников.

## Выводы

Таким образом, наибольшее биоразнообразие и регулярная встречаемость ручейников в пробах отмечены на станциях, расположенных в Дубоссарском водохранилище и участках непосредственно к нему прилегающих (10-18 таксонов). В местах же наибольшего антропогенного прессинга, например, на многих станциях русловой части р. Днестр выше и ниже плотины Дубоссарского водохранилища, ручейники либо отсутствуют, либо встречаются редко (1–2 таксона) и в единичных экземплярах.

## Благодарности

Работа выполнена в рамках проектов Института зоологии АНМ: национальных 20.80009.7007.06 – AQUABIO, 1.817.08.15A – AQUASYS и международного – BSB 165 – HydroEcoNex.

## Литература

1. Holzenthal, R. W., R. E. Thompson, and B. Ríos-Touma. 2015. Order Trichoptera. In: J. Thorp and D. C. Rogers (eds.). Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates, Academic Press, 965–1002.
2. Munjiu O., Toderaş I., Andreev N. Macrozoobenthos. Guidance on the Monitoring of Water Quality and Assessment of the Ecological Status of Aquatic Ecosystems/Ministry of Education, Culture and Research, Institute of Zoology; editors: Bileţchi L., Zubcov E. – Chişinău: 2020 (Î. S. F.E.-P. „Tipografia Centrală"). – 92 p.: P. 66-75
3. Munjiu Oxana, Buşmachiu Galina, Şuleşco Tatiana, Şuberneţkii Igor & Ion Toderaş Review of Aquatic Arthropods (Phylum Arthropoda) in the Republic of Moldova. Acta Zool. Bulg., 73 (1), March 2021: 31-50
4. Waringer, J.; Graf, W. 2013. Atlas of Central European Trichoptera Larvae. Erik Mauch Verlag. 469 p.
5. Качалова О.Л. Ручейники (Trichoptera) // Определитель насекомых европейской части СССР. Т.4. Ч.6. – Л.: Наука, 1987. – 200 с.
6. Лепнева, С.Г. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Annulipalpia). Фауна СССР. Т.2. Вып.1 / М.-Л: Наука, 1964. -563 с
7. Лепнева С.Г. Личинки и куколки подотряда цельнощупиковых (Interripalpia) // Фауна СССР. Ручейники. М.-Л:: Наука, 1966. – Т. 2, вып. 2. – 560 с.
8. Мунжиу О.В. К вопросу о разнообразии амфибионтных насекомых в притоках реки Днестр на территории Республики Молдова// Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов: Материалы докладов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 21 мая 2021, Махачкала, с.76-78. ISBN 978-5-00128-094-1.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (ред. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И.). Ленинград, 1977. 510 с.
10. Цалолихин, С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 5. Высшие насекомые. СПб: Наука, 2001. 836 с.
11. Ярошенко М.Ф. Гидрофауна Днестра. М., 1957.169 с.

# КИСЛОРОДНЫЙ РЕЖИМ ВОД СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ДНЕСТРА

***Эдуард Онищенко, Степан Буша, Александр Матыгин***
*Гидрометеорологический центр Чёрного и Азовского морей*
*б-р Французский, 89, Одесса 65062, Украина*
*тел. (+380 50) 3953295; e-mail: acm32alex@gmail.com*

Содержание растворенного кислорода в воде является одной из основных характеристик состояния экосистемы и качества воды любого водоема, т.к. это интегральный показатель функционирования экосистемы водного объекта, который определяется балансом биологических продукционно-деструкционных и окислительных процессов. Концентрация кислорода определяет интенсивность процессов самоочищения, а его пространственно-временное распределение свидетельствует об активности внутри-водоемной динамики водного объекта.

Любое зарегулирование реки приводит к определенной деформации природного хода гидрофизических, гидробиологических и гидрохимических процессов, вследствие чего появляется угроза дефицита растворенного в воде кислорода и, следовательно, нарушаются условия существования гидробионтов. Гидрологический режим Днестра подвергся существенным изменениям вследствие строительства в среднем течении Днестра Дубоссарской ГЭС (с 1954 года), а также после ввода в эксплуатацию в районе г. Новоднестровск крупного гидроузла (1987-2009 гг.), который состоит из трёх гидросооружений (ГЭС-1, ГЭС-2, ГАЭС). Это способствовало довольно резкому ухудшению условий жизнедеятельности экосистемы Днестра (в определенной степени катастрофическим), в том числе и изменениям в структуре поля растворенного в речных водах кислорода. Изменение климата, которое наблюдается в последние десятилетия, обусловливает увеличение температуры воздуха и речных вод, а также определенное снижение стока реки Днестр. А для экосистемы, ослабленной антропогенным воздействием, в том числе таким, как функционирование гидроэнергетического комплекса, эти факторы могут стать (и становятся) проблемой для дальнейшего существования многих гидробионтов экосистемы.

## Материалы и методы

Для оценки влияния зарегулирования стока Днестра и изменений климата на экосистемы акваторий Днестра необходимо было получение новой, а также более доскональной информации о современной пространственно-временной структуре гидролого-гидрохимических полей. До настоящего времени измерения параметров речных и лиманных вод традиционно выполнялись только в ограниченном количестве точек по вертикали с использованием гидрологических термометров и отбора проб вод батометрами. В рамках работ по Проекту “HydroEcoNex” представилась возможность для измерения практически непрерывного распределения по вертикали параметров вод в масштабах горизонтальной однородности водных масс, что позволило получить новые уникальные данные о свойствах пространственной структуры и изменчивости вод указанных акваторий.

В работе использованы данные литературных источников и результаты комплексных исследований реки Днестр проведенных ГМЦ ЧАМ (2019-2022 гг.) в рамках проекта BSB165 “HydroEcoNex” Европейской программы “Joint Operational Programme Black Sea Basin 2014-2020” совместно с Институтом Зоологии (Р. Молдова). Гидрохимические и гидрологические работы проводились ГМЦ ЧАМ в основном в период вегетационного сезона на среднем и нижнем течении Днестра.

Измерения вертикального распределения параметров вод Днестра: концентрация растворенного кислорода (мг/л и проценты насыщения с аппаратным введением температурных поправок), температуры, минерализации, солености, мутности проводились с использованием мини-гидрозонда EXO1 (США) практически непрерывно (с дискретностью от сантиметра) по всей вертикали гидрологической станции. Точность определения растворенного кислорода оптическим датчиком мини-гидрозонда – 1% или 0,1 мг/л; разрешение 0,1% (0,01 мг/л); диапазон измерений – 0-500% (0-50 мг/л); инерционность – T63, менее 5с. Метрология датчика кислорода была обеспечена заменой головки датчика после окончания гарантийного срока его работы (в наших условиях около 380 тысяч отсчетов).

## Результаты и обсуждение

Географические районы обширного пространства водосбора Днестра (72100 км$^2$) достаточно резко отличаются по кислородному режиму, как в сезонном ходе, так и по пространственной длине реки (1362 км). Все его акватории – верхнее, среднее, нижнее течение, Днестровское, Дубоссарское водохранилища, Днестровский, Кучурганский лиманы, многочисленные плавневые озера имеют специфические черты как во временном, так и в пространственном (особенно в вертикальном) распределении кислорода.

Согласно многолетней динамике природные значения содержания растворенного кислорода в водах Днестра не должны опускаться ниже 78-80% насыщения, кроме зон непосредственного сброса сточных вод. [1].

Притоки Днестра, протекающие через многочисленные населенные пункты, являются дополнительными источниками загрязнения основной реки, так как в их воды сбрасываются неочищенные сточные воды. Одним из примеров могут служить воды реки Бык, гидрофизические параметры которых были измерены в экспедиции ГМЦ ЧАМ 08/07/2021 в нескольких километрах от его впадения в Днестр (226 км). Вода р. Бык обладает «уникальными» гидролого-гидрохимическими характеристиками: прежде всего, она отличается интенсивным тёмным цветом – XXI (коричневый) по шкале цветности, скорость течения – 1 м/с, прозрачность 20 см по диску белому, минерализация – 710 мг/л. Вертикальное распределение содержания растворенного кислорода в верхнем 20-сантиметровом слое не превышает 35%, а ко дну уменьшается до 20 %, рис.1е.

Сравним среднемноголетние значения насыщения кислородом речных вод в 2009-2012 гг. [2] с аналогичными результатами измерений за 2015-2019 гг. [3], таблица. В первом периоде насыщение кислородом вод – около 100% (1 класс качества [4]), а период 2015-2019 имеет стабильно низкие значения – 80% и ниже – практически III класс (умеренно загрязненные воды). Следует отметить, что 2016 и, в определенной степени, 2018 год характеризовались аномальным кислородным режимом. Среднегодовое содержание кислорода в 2016 году по степени насыщения составляло 56-61%, с амплитудой колебания внутри года от 22 до 117%. Причинами аномалий в эти годы стали устойчиво высокий температурный режим в течение теплого периода года, а низкие уровни воды в реке также способствовали прогреву воды, снижению растворимости газов.

**Таблица. Среднее многолетнее содержание кислорода по насыщению, % [2,3]**

| Створ наблюдений | Среднее многолетнее<br>Пределы изменчивости | Среднее многолетнее<br>Пределы изменчивости |
|---|---|---|
| | 2009-2012гг | 2015-2019гг |
| Плотина Дубоссарской ГЭС | 103,8<br>66-139 | 81<br>41-154 |
| с. Криуляны | 101,7<br>70-180 | 80<br>22-130 |
| п. Вадул-луй-водэ | 94,0<br>70-152 | 72.4<br>32-130 |

На рис. 1 приведены графики вертикального распределения кислорода в июне-июле 2021 года, полученные при проведении экспедиционных исследований ГМЦ ЧАМ в рамках проекта “HydroEco-Nex” на Днестре. Только поверхностный полуметровый слой речных вод благодаря инвазии из атмосферы имеет насыщенность более 80%. Содержание кислорода нижележащих слоев воды (с горизонта один метр можно считать изменения концентраций незначительными) уменьшается к устью реки: на участке с. Чобручи – с. Глинное (155-140 км) – 72-76%, Оланешты (77 км) – 62%, 55 км от устья Днестра – 55-57% насыщения, рис.1. Сопоставляя эти результаты с данными таблицы получаем, что ситуация, которая была аномальной 5-10 лет назад становится нормой в настоящее время. Снижение концентрации кислорода происходит в первую очередь из-за увеличения температуры воды, что является следствием климатических изменений. Т.е. изменение климата становится для экосистем, находящихся под антропогенным прессом, значимой угрозой их нормальной жизнедеятельности.

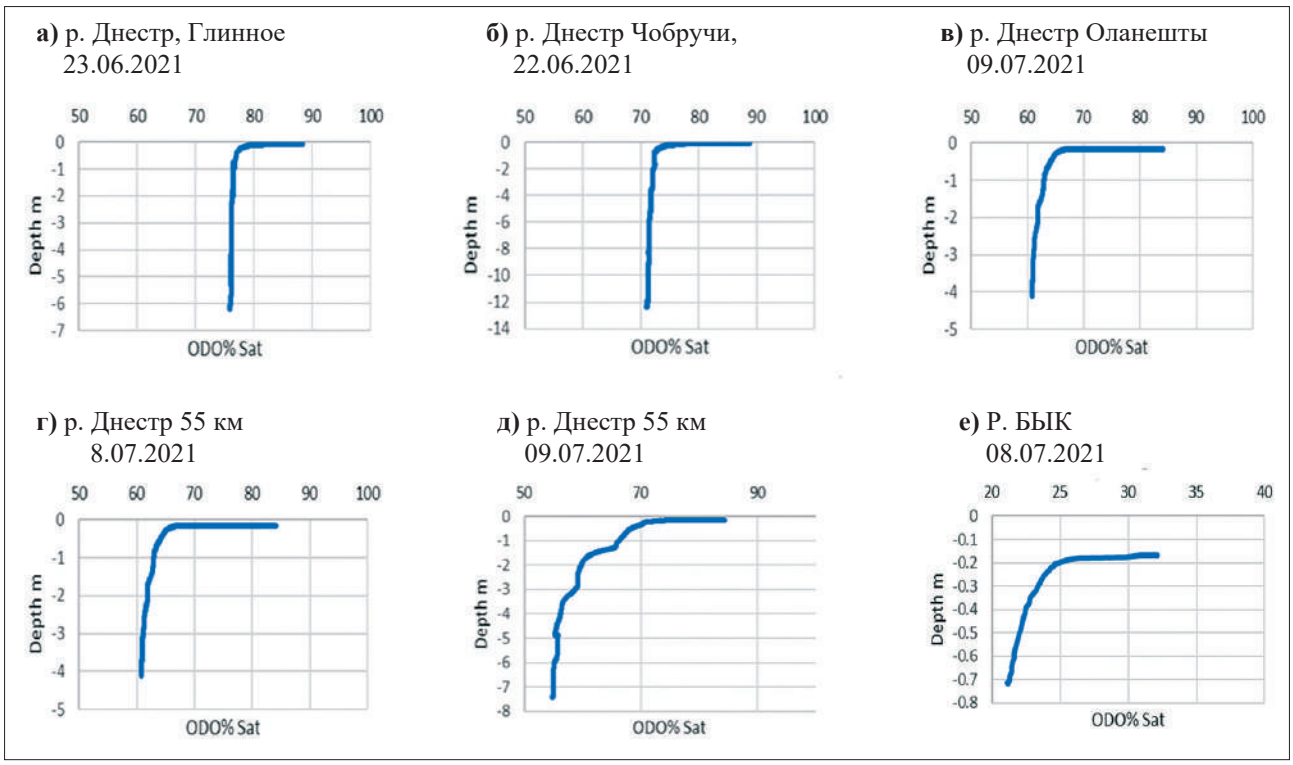



**Рис. 1.** Вертикальное распределение растворенного кислорода в водах р. Днестр, р. Турунчук, р. Бык. Экспедиционные работы июнь-июль 2021 г.

Совместный анализ временных рядов среднегодовых значений $O_2$ в водах Днестра и температуры воздуха в районах водосбора подтверждает качественный вывод о модуляции содержания кислорода температурой воздуха через температуру воды. Определенная тенденция уменьшения стока Днестра и долгосрочные прогнозы температуры воздуха до 2030 года в бассейне среднего и нижнего Днестра, рис. 2, позволяет оценить возможные критические периоды для экосистемы Днестра вследствие резкого дефицита растворенного кислорода: среднегодовая аномально высокая температура прогнозируется в текущем десятилетии в 2025-2027 гг. С другой стороны, нет смысла давать прогнозы осадков и стока реки Днестр, т.к. гидротехническая Днестровская система работает в основном в интересах энергетики, достаточно часто не соблюдая технических нормативов по попускам в экстремальных гидрологических условиях [5].

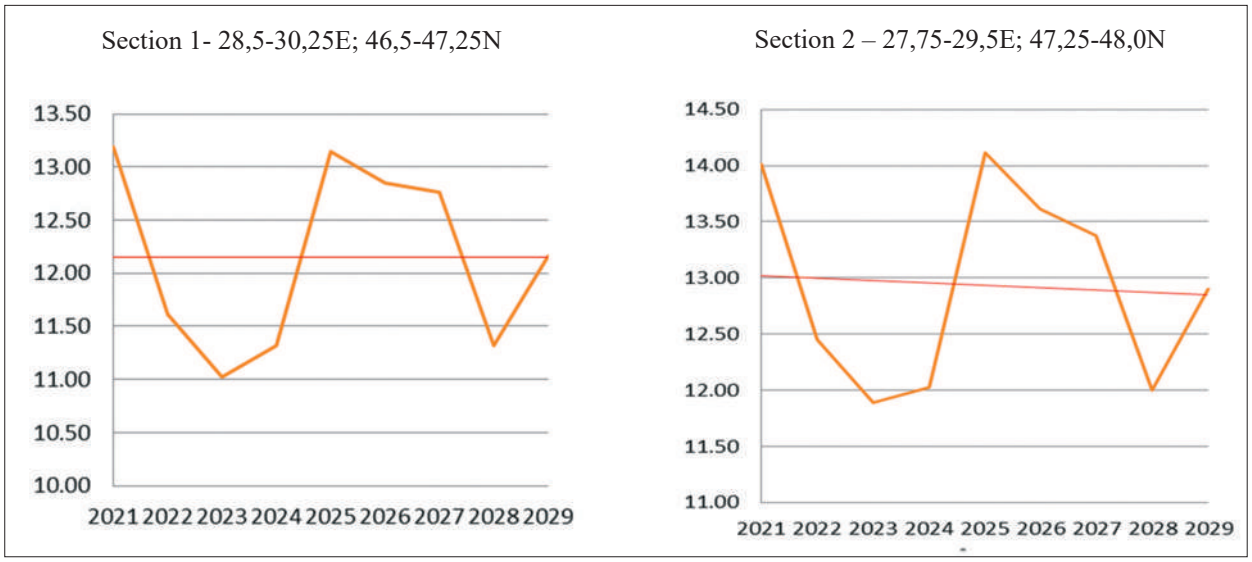



**Рис. 2.** Среднегодовые значения температуры воздуха для четырех участков бассейна Днестра с линейными трендами (прогноз по модели RegCM4.7)

Достаточно четкая природная сезонная динамика содержании кислорода в поверхностных водах нижнего Днестра (водозабор Беляевка) наблюдалась в 2001-2005 гг. рис. 3 [6]. С октября до середины мая содержание кислорода соответствует первому классу качества вод, а в июле-августе – третьему классу [4].

Декадные измерения концентрации кислорода в 2011-2015 гг. [7], рис. 3, проведенные после введения в эксплуатацию в 2009 году гидроаккумулирующей электростанции указывают на резкие изменения в годовом ходе концентрации кислорода вод р. Днестр: сезонная динамика концентрации на фоне погодных флуктуаций стала значительно менее заметной. Также отчетливо виден отрицательный тренд графика содержания кислорода на межгодовом масштабе, рис. 3.

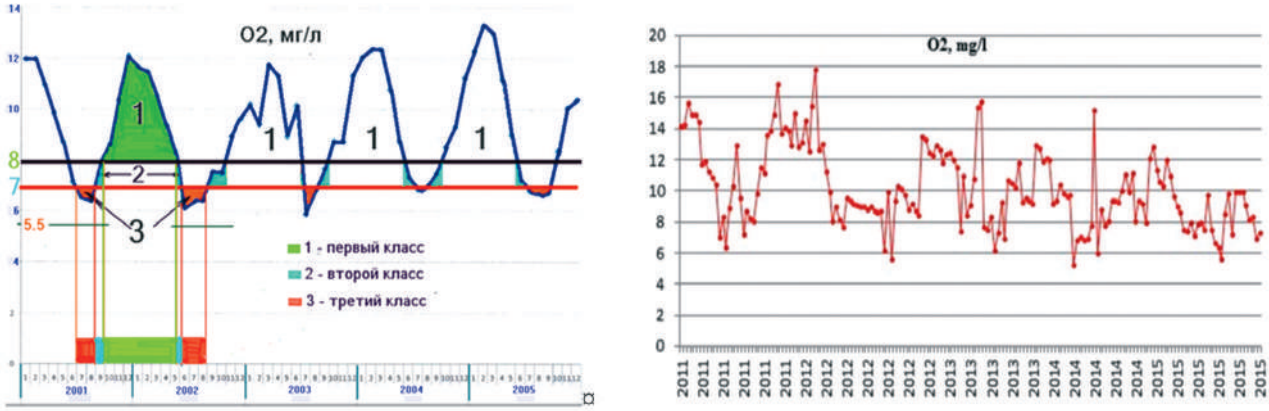



**Рис. 3.** Временная изменчивость концентрация кислорода в водах р. Днестр (водозабор Беляевка) 2001-2005 гг (мг/л), слева [6] и распределение по классам качества [4] днестровской воды в течение года; справа [7].

Годовая динамика кислорода нижнего Днестра, рис. 4,5. При весеннем прогреве вод только к концу апреля в подповерхностных слоях в связи с активизацией биологических процессов концентрация кислорода уменьшается до 75-85%, рис. 4в, в марте еще присутствует зимняя структура – практически 100% насыщение, рис. 4а. Однородность температуры во всей толще вод и, соответственно, отсутствие вертикальных градиентов температуры воды, рис. 4б, указывает на то, что в начале апреля переход к летнему сезону еще не начался.

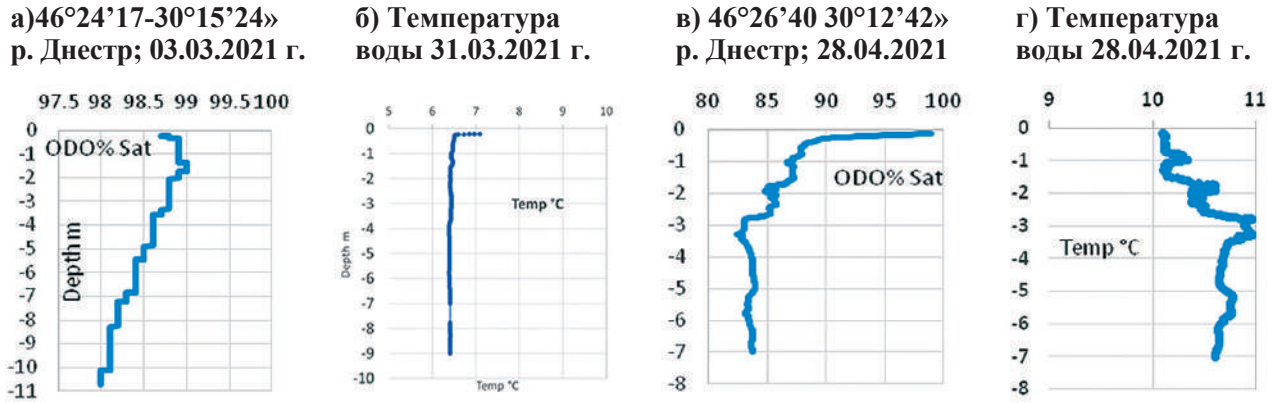



**Рис. 4.** Графики вертикального распределения концентрации кислорода и температуры р. Днестр в весенний период 2021 г.

В начале летнего периода продолжается снижение концентрации кислорода в речных водах: графики рис. 5 а показывают, что в июне $O_2$ снизился до 77-82% насыщения. При дальнейшем повышении температуры вод (июль) содержание растворенного кислорода снижается уже до 57-65%, рис. 5 б. И в конце летнего сезона (сентябрь-октябрь) концентрация $O_2$ в речных водах принимает минимальное значение в годовом ходе – 60-62% насыщения, рис. 5 г. С такими значениями концентрации кислорода речные воды Днестра входят в зимний период, что необходимо учитывать при оценке условий в зимовальных ямах.

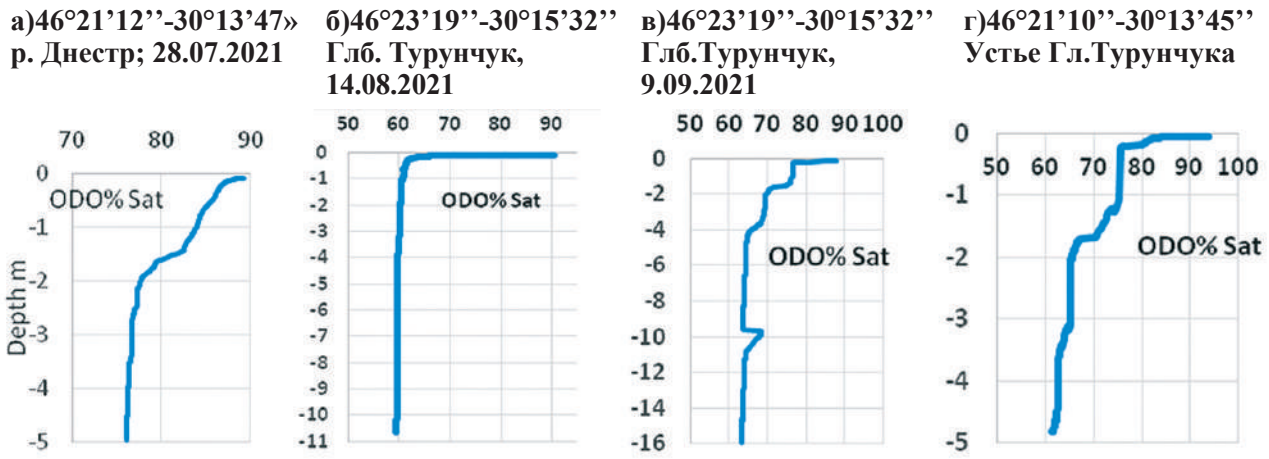



**Рис. 5.** Графики вертикального распределения концентрации кислорода р. Днестр в летне-осенний сезон 2021 г.

## Выводы

Наблюдаемое снижение концентрации растворенного кислорода в водах Днестра обусловлено совокупным воздействием функционирования гидротехнических сооружений и изменений климата. Ситуация по содержание $O_2$, которая была аномальной 5-10 лет назад, становится нормой в настоящее время.

В конце летнего сезона концентрация $O_2$ в речных водах принимает минимальное значение в годовом ходе – 60% насыщения. С такими значениями растворенного кислорода воды Днестра входят в зимний период, что необходимо учитывать при оценке условий в зимовальных ямах.

## Литература


1. Зубков Е. Влияние гидростроительства на экологическое состояние реки Днестр //Akademos, Nr.2-3(7), septembrie 2007, P. 53-57.
2. Кислородный режим вод нижнего Днестра в 2015-2016 гг. Горячева Н.В., Гладкий В.И., Бундуки Е.Г. // Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы: Мат. междунар. конф., Тирасполь, 26-27 октября 2017 года / Eco-Tiras. 2017. –С. 64-65
3. Гладкий В.И. Химический состав и загрязнение вод среднего Днестра в период 2015-2019 годов //Scientific collection “Interconf”, N 41, P. 851-859
4. Monitoring Protocol for assessment of the impact of hydropower on river ecosystem functioning. Chisinau. 2020.
5. Зубкова Е.И., Багрин Н.И., Билецки Н.Н., Тромбицкий И.Д., Зубкова Н.Н., Тихоненкова Л.А. Оценка воздействия энергетики на водные экосистемы бассейна реки Днестр // Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы: Мат. междунар. конф., Тирасполь, 26-27 окт. 2017 года / Eco-Tiras, 2017. – С.134-138.
6. Трансграничный мониторинг реки Днестр. Анализ и оценка. Программа действий по совершенствованию трансграничного сотрудничества и устойчивого управления бассейном реки Днестр (Фаза «Днестр-Ш»), Paul Buijs. 2010, 75 p.
7. Zubcov E., Andreev N., Bulat D. Determining the changes of the aquatic environment, assessing the migration and impact of pollutants, establishing the regularities of the functioning of hydrobiocenoses and preventing adverse consequences on ecosystems (approaches, opportunities, achievements). In: Proceedings of the Symp. “Functional changes of aquatic ecosystems in the context of anthropogenic impact and climate change”, 6 November 2020, Chisinau, P. 4-9.


# EVALUAREA EFICIENȚEI METODEI DE PRECIPITARE CHIMICĂ ÎN PROCESUL DE EPURARE A APELOR UZATE


***Igor Povar, Oxana Spînu***

*Institutul de Chimie*

*Str. Academiei 3, Chișinău, MD-2028, Republica Moldova*

*Tel. (+32 22) 739736; e-mail: ipovar@yahoo.ca*


## Introducere

Actualmente poluarea cu metale grele este una dintre cele mai grave probleme de mediu. Eliminarea acestor poluanți prezintă o preocupare deosebită datorită persistenței lor în mediu. Precipitarea chimică este

una dintre cele mai frecvent utilizate și eficiente metode industriale în procesul de epurare a apelor uzate [1, 2]. Această metodă poate fi ușor automatizată. Gradul de îndepărtare a ionilor metalici din soluție poate fi optimizat prin ajustarea optimă a pH-ului, concentrației inițiale, temperaturii, sarcinii ionilor, etc. Pentru precipitarea metalelor grele din soluție se utilizează carbonatul de calciu, hidroxidul de calciu („varul stins"), oxidul de calciu („varul nestins"), carbonatul de sodiu, hidroxidul de sodiu și hidroxidul de amoniu. Varul și calcarul sunt frecvent folosiți din cauza disponibilității lor și a costului redus. Precipitatele formate se separă din apă prin sedimentare/filtrare. În continuare apa tratată se decantează și se evacuează sau se reutilizează în modul corespunzător. În general, procesele convenționale de precipitare chimică includ precipitarea hidroxidului (a) și precipitarea sulfurilor (b). Pentru precipitarea ionilor metalici în soluție se adaugă reactivi care stabilizează pH-ul și previn dizolvarea precipitatului [3]. Precipitarea chimică este una dintre cele mai eficiente metode de eliminare a Cu(II), Cd(II), Mn(II) și Zn(II) [4]. De regulă, precipitarea chimică se aplică în epurarea apelor uzate atunci când se conțin cantități substanțiale de metale grele. În cazul concentrațiilor reduse de ioni metalici metoda nu este eficientă. În urma precipitării chimice rezultă o cantitate importantă de nămol cu conținut ridicat de apă greu de eliminat, fiind considerat ca deșeu periculos [5]. Astfel, pentru eliminarea din apă a fazelor solide sunt necesare metode complementare. De menționat că precipitarea chimică presupune consumul unei cantități mari de reactivi, reziduurile cărora pot fi utilizate doar parțial și astfel ajung în mediul ambiant.

Jadhav și colab. au realizat un studiu amplu vizând eliminarea fluorurilor metalelor grele din fluxul de deșeuri, utilizând hidroxidul de calciu $Ca(OH)_2$, hidroxidul de magneziu $Mg(OH)_2$ și clorura de calciu $CaCl_2$ [6]. Acești reactivi sunt eficienți în intervalul pH-ului 4.0 – 14.0. Cea mai eficientă substanță în precipitarea fluorului s-a dovedit a fi clorura de calciu. Pentru reducerea $CCO_{Cr}$ și a ionilor de zinc din apele uzate unii cercetători [7] au aplicat o tehnică combinată a procedeului electro-Fenton cu precipitarea chimică. S-a determinat că prin procesul electro-Fenton se reduce circa 88% de $CCO_{Cr}$, care, totuși, nu este eficient în cazul îndepărtării zincului. Pentru îndepărtarea zincului autorii [7] au folosit ca precipitant varul, care în intervalul de pH 9.0-10.0 a demonstrat o eficiență de îndepărtare a zincului de circa 99.0-99.3%. Conținutul acestuia s-a redus de la 32 mg/L până la 0.20 mg/L. Autorii [8] au aplicat precipitarea chimică pentru îndepărtarea cromului din efluenții sintetici și industriali, folosind ca precipitant 100 mg/L $Ca(OH)_2 + NaOH$ și 400 mg/L $FeCl_3$. Utilizând hidroxidul de calciu și hidroxidul de sodiu s-a obținut o eficiență de eliminare a cromului de 99.7%. Fu și Wang, au ajuns de asemenea la concluzia că hidroxidul de calciu și hidroxidul de sodiu sunt cei mai potriviți agenți de precipitare a cromului [9]. Totuși, utilizarea metodei chimice de precipitare cu hidroxizi este limitată, deoarece precipitatul hidroxidului de metal poate să se comporte atât ca bază, cât și în calitate de acid.

Chiar dacă procesul de precipitare a hidroxidului este relativ simplu și utilizat pe scară largă, în mod inevitabil există și unele dezavantaje. Volumele mari de nămol de densitate mică generate de precipitarea hidroxidului cauzează dificultăți la deshidratare, iar precipitarea hidroxidului poate fi inhibată de agenții de complexare prezenți în apele uzate. În plus, precipitantul poate să nu fie selectiv pentru orice ion metalic, astfel încât, variind pH-ul, unii ioni metalici pot trece înapoi în soluție. În general, precipitarea hidroxidului este destinată tratării industriale a apelor uzate cu concentrații mari și compoziții simple de metale grele [10].

Pentru a selecta o metodă de eliminare a metalelor grele din apele uzate este necesar să se cunoască condițiile de trecere a metalelor dintr-o stare dizolvată într-un precipitat. Pentru optimizarea proceselor de purificare a apelor naturale și industriale de mare importanță este studiul regularităților comportamentului hidrolitic al metalelor, întrucât se știe că în procesele de precipitare, sorbție, schimb ionic și extracție, speciile hidrolizate ale ionilor metalici deseori prezintă o activitate avansată.

## Rezultate și Discuții

Conținutul ionilor metalici în apa uzată tratată este determinat de solubilitatea fazei solide. Prin urmare, eficacitatea metodei de precipitare chimică poate fi estimată prin compararea solubilității hidroxizilor de metale grele într-un mediu apos cu valorile concentrației maxime admisibile (CMA) ale ionilor metalici în rezervoarele de apă pentru diverse aplicații. De obicei, solubilitatea compușilor puțin solubili se calculează reieșind din produsul de solubilitate. Totuși, după cum s-a stabilit experimental, pentru determinarea solubilității hidroxizilor metalici în soluțiile apoase este necesar să se ia în considerare hidroliza, care mărește semnificativ solubilitatea hidroxizilor. Pentru calculul solubilității au fost utilizate constantele de hidroliză disponibile în literatură sau constantele de formare a hidroxocomplecșilor, precum și valorile produselor de solubilitate caracteristice sedimentelor proaspăt precipitate, cât și produsul ionic al apei ($K_w$).

Vom prezenta deducerea termodinamică a ecuațiilor pentru calculul pH-ului solubilității minime ($pH_{min}$) a hidroxizilor puțin solubili cu compoziție și natură diferită în condițiile hidrolizei polinucleare a ionului metalic. În ecuațiile deduse figurează o mărime care caracterizează gradul de formare a hidroxocomplecșilor polinucleari. În modelul termodinamic de echilibru elaborat este necesar a identifica o serie de parametri esențiali: pH-ul soluției, concentrația inițială a ionilor metalici, produsul de solubilitate al hidroxidului metalic și constantele de formare a hidroxocomplecșilor mono- și polinucleari formați în rezultatul hidrolizei ionului metalic.

Deducerea detaliată a ecuațiilor de calcul pe exemplul echilibrului hidroxidului puțin solubil $M(OH)_{n(S)}$ în soluția apoasă saturată a fost prezentată de unul din autori în [11]:

$$M(OH)_{n(S)} + nH^+ = M^{n+} + nH_2O,\ K_S^0 = \frac{a_{M^{n+}}}{a_{H^+}^n}, \tag{1}$$

unde $a_{M^{n+}}$ și $a_{H^+}$ sunt activitățile speciilor respective. În cazul formării hidroxocomplecșilor polinucleari în conformitate cu ecuația:

$$iM^{n+} + jH_2O = M_i(OH)_j^{ni-j} + nH^+, \quad K_{ij} = \frac{[M_i(OH)_j][H]^n}{[M]^i} \tag{2}$$

unde $K_{ij}$ reprezintă constanta reacției de hidroliză.

Funcția $\alpha_M$ = f(pH, $C_M^0$) poate fi redată prin relația (sarcinile particulelor sunt omise):

$$\alpha_M = 1 + \sum_{i=1}\sum_{j=1} iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j} = \frac{C_M^0}{[M]}. \tag{3}$$

Funcțiile secundare de concentrație se prezintă astfel:

$$f_{ij} = \frac{i[M_i(OH)_j]}{C_M} = \frac{iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}{1+\sum_{i=1}\sum_{j=1} iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}, \tag{4}$$

$$\tilde{n} = \frac{\sum_{i=1}\sum_{j=1} ijK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}{1+\sum_{i=1}\sum_{j=1} iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}} = \sum_{i=1}\sum_{j=1} jf_{ij} \tag{5}$$

Aici $f_{ij}$ reprezintă fracția molară parțială a speciei complexe $M_i(OH)_j$, iar $\tilde{n}$ – funcția de formare sau funcția Bjerrum. Autorii [12] au demonstrat că condiția solubilității minime a precipitatului $M(OH)_{n(S)}$ poate fi redată prin expresia:

$$\frac{\tilde{n}}{\sum_{i=1}\sum_{j=0} if_{ij}} = \tilde{n}\Phi = n. \tag{6}$$

Funcția Φ este descrisă prin intermediul expresiei:

$$\Phi = \frac{1+\sum_{i=1}\sum_{j=1} iK_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}{1+\sum_{i=1}\sum_{j=1} i^2K_{ij}[M]^{i-1}[H]^{-j}}. \tag{7}$$

Pentru studiul efectului hidroxocomplecșilor asupra solubilității hidroxizilor metalelor grele, după calcularea solubilității minime, folosind ecuația (4), s-a determinat fracția molară a fiecărui hidroxocomplex ca contribuție la solubilitatea totală a unui hidroxid de metal. Calculele au demonstrat că la solubilitate minimă contribuția majoră nu este realizată de ionii metalici, dar, în mod decisiv, de hidroxocomplecșii neutri (cu sarcina zero) ai căror aport depășește, de regulă, 75%. Potrivit calculelor, la scăderea pH-ului creșterea solubilității se explică prin faptul că predomină hidroxocomplecșii neutri și cei încărcați pozitiv, iar la creșterea pH-ului predomină hidroxocomplecși de tip anionic încărcați negativ. În Fig.1 sunt prezentate curbele variației energiei Gibbs a procesului de formare-dizolvare a hidroxidului de metal în funcție de valoarea pH-ului pentru diferite valori ale concentrației totale a ionului metalic $C_M^0$. Se observă că scăderea $C_M^0$ conduce la îngustarea domeniilor de stabilitate a hidroxizilor metalici în stare solidă.

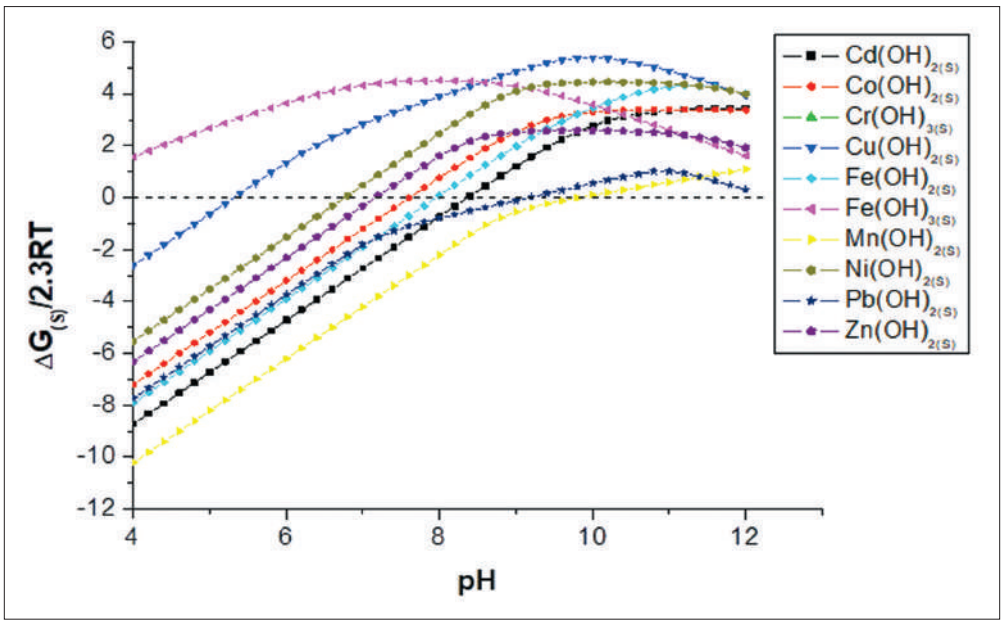



**Fig. 1.** Variația energiei Gibbs a reacției de formare-dizolvare a hidroxidului de metal în funcție de valoarea pH-ului la $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-3}$ mol L$^{-1}$

**Tabelul 1. Valorile pH-ului solubilității minime a hidroxidului ionului metalic *M(OH)$_{n(S)}$* la diferite concentrații totale ale ionului metalic $C_M^0$**

| Hidroxidul $M(OH)_{n(S)}$ | $pH_{min}$ | | |
|---|---|---|---|
| | $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-1}$ mol/L | $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-3}$ mol/L | $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-5}$ mol/L |
| $Cd(OH)_{2(S)}$ | > 12.0 | > 12.0 | 11.8 |
| $Co(OH)_{2(S)}$ | 11.2 – 11.4 | 11.2 | 11.2 |
| $Cr(OH)_{3(S)}$ | 9.4 | - | 8.6 |
| $Cu(OH)_{2(S)}$ | 10.6 | 10.0 | 9.4 |
| $Fe(OH)_{2(S)}$ | 11.2 | 11.2 | 11.2 |
| $Fe(OH)_{3(S)}$ | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| $Mn(OH)_{2(S)}$ | > 12.0 | > 12.0 | 12 |
| $Ni(OH)_{2(S)}$ | 10.8 | 10.2 | 10.2 |
| $Pb(OH)_{2(S)}$ | > 12.0 | 11.0 | - |
| $Zn(OH)_{2(S)}$ | 9.8 – 10.0 | 9.8 | 9.8 |

În Tabelul 1 sunt listate valorile pH-ului solubilității minime a hidroxidului ionului metalic *M(OH)$_{n(S)}$*, reieșind din funcțiile calculate $\Delta G_S = f(pH)_{C_M^0}$. După cum se poate observa, pentru o serie de metale aceste valori depind substanțial de concentrația totală a ionului metalic în soluție. Odată cu variația concentrațiilor totale ale ionului metalic se schimbă și intervalul de pH care corespunde formării hidroxidului *M(OH)$_{n(S)}$* (Tabelul 2).

Datele din Tabelul 2 relevă faptul că la $C_M^0$ = 0.1 mol/L intervalul optim al pH-ului în care se precipită toți ionii metalici cuprinde valorile între 9.0 și 10. Din același tabel la $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-5}$ mol/L intervalul pH-ului de precipitare a majorității ionilor metalici este mult mai îngust și anume, cuprins între 9.6 și 9.8. Totodată, hidroxidul de plumb nu se precipită deloc, iar hidroxidul de mangan se află în stare solidă doar în mediul puternic alcalin (pH ≥ 12.00). Trebuie remarcat faptul că în timpul neutralizării sărurilor metalelor grele se formează nu numai hidroxizi metalici, dar și săruri bazice cu o anumită compoziție stoichiometrică. Din datele disponibile în literatura de specialitate rezultă că în aproape toate cazurile are loc formarea sărurilor bazice și doar numai pentru sărurile de nichel (II) și fier (III) precipitarea se termină atunci când raportul OH/Me este aproape de 2 sau 3, ceea ce indică formarea în special a hidroxizilor metalici.

**Tabelul 2. Intervalul pH-ului care corespunde formării hidroxidului $M(OH)_{n(S)}$ la diferite concentrații totale ale ionului metalic $C_M^0$**

| Hidroxidul $M(OH)_{n(S)}$ | *Intervalul pH-ului* | | |
|---|---|---|---|
| | $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-1}$ mol/L | $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-3}$ mol/L | $C_M^0 = 1 \cdot 10^{-5}$ mol/L |
| $Cd(OH)_{2(S)}$ | 7.4-12.0 | 8.4-12.0 | 9.6-12.0 |
| $Co(OH)_{2(S)}$ | 6.8-12.0 | 7.8-12.0 | 8.5-12.0 |
| $Cr(OH)_{3(S)}$ | 6.8-12.0 | 7.2-12.0 | 7.6-9.8 |
| $Cu(OH)_{2(S)}$ | 4.4-12.0 | 5.4-12.0 | 6.4-12.0 |
| $Fe(OH)_{2(S)}$ | 7.0-12.0 | 8.0-12.0 | 9.2-12.0 |
| $Fe(OH)_{3(S)}$ | 4.0-12.0 | 4.0-12.0 | 4.0-11.6 |
| $Mn(OH)_{2(S)}$ | 8.4-12.0 | 10.0-12.0 | 12 |
| $Ni(OH)_{2(S)}$ | 5.8-12.0 | 6.8-12.0 | 7.8-12.0 |
| $Pb(OH)_{2(S)}$ | 8.8-12.0 | 9.2-12.0 | - |
| $Zn(OH)_{2(S)}$ | 6.2-12.0 | 7.2-12.0 | 8.4-11.8 |

## Concluzii

Metoda elaborată pentru calculul pH-ului de stabilitate termodinamică a hidroxizilor metalici permite stabilirea unor relații între constantele de formare ale hidroxocomplecșilor metalici, produsele de solubilitate, concentrațiile totale ale ionilor metalici în apele uzate în funcție de pH-ul mediului. Totodată, se poate evalua eficiența metodei de precipitare chimică a hidroxizilor ionilor metalici în procesul de tratare a apelor uzate și stabili intervalul optim de pH care corespunde solubilității minime a hidroxizilor în soluții apoase. Datele obținute fac posibilă perfecționarea proceselor de purificare a apelor naturale și industriale de ionii metalelor grele.

**Mulțumiri:** Articol elaborat în cadrul proiectului „*Studiul și gestionarea surselor de poluare pentru elaborarea recomandărilor de implementare a măsurilor de reducere a impactului negativ asupra mediului și sănătății populației*”, Cifrul 20.80009.7007.20.

## Literatura

1. Azimi, A., Azari, A., Rezakazemi, M., & Ansarpour, M. (2017). Removal of heavy metals from industrial wastewaters: a review. *Chem Bio Eng Reviews*, *4*(1), 37-59.
2. Eggermont, S. G., Prato, R., Dominguez-Benetton, X., & Fransaer, J. (2020). Metal removal from aqueous solutions: insights from modeling precipitation titration curves. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, *8*(1), 103596.
3. Hashim, M. A., Mukhopadhyay, S., Sahu, J. N., & Sengupta, B. (2011). Remediation technologies for heavy metal contaminated groundwater. *Journal of environmental management*, *92*(10), 2355-2388.
4. Bilal, M., Shah, J. A., Ashfaq, T., Gardazi, S. M. H., Tahir, A. A., Pervez, A., ... &Mahmood, Q. (2013). Waste biomassa sorbents for copper removal from industrial wastewater–a review. *Journal of hazardous materials*, *263*, 322-333.
5. Kuan, Y. C., Lee, I. H., & Chern, J. M. (2010). Heavy metal extraction from PCB wastewater treatment sludge by sulfuric acid. *Journal of hazardous materials*, *177*(1-3), 881-886.
6. Jadhav, S. V., Gadipelly, C. R., Marathe, K. V., & Rathod, V. K. (2014). Treatment of fluoride concentrates from membrane unit using salt solutions. *Journal of Water Process Engineering*, *2*, 31-36.
7. Ghosh, P., Samanta, A. N., & Ray, S. (2011). Reduction of COD and removal of $Zn^{2+}$ from rayon industry wastewater by combined electro-Fenton treatment and chemical precipitation. *Desalination*, *266*(1-3), 213-217.
8. Ramakrishnaiah, C. R., &Prathima, B. (2012). Hexavalent chromium removal from industrial wastewater by chemical precipitation method. *Int J Eng Res Appl*, *2*(2), 599-603.
9. Fu, F., & Wang, Q. (2011). Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. *Journal of environmental management*, *92*(3), 407-418.
10. Zhao, M., Xu, Y., Zhang, C., Rong, H. and Zeng, G. (2016). New trends in removing heavy metals from wastewater. *Applied microbiology and biotechnology*, 100(15), 6509-6518.
11. Povar, I. (1994). Thermodynamic calculation of the pH of the minimum solubility of poorly soluble oxides and hydroxides under conditions of polynuclear hydrolysis of a metal ion. *Ukr. Khim. Zhurn.*, *60*(5-6), 371-376.
12. Povar, I. & Spinu, O. (2014). The role of hydroxy aluminium sulfate minerals in controlling $Al^{3+}$ concentration and speciation in acidic soils. *Open Chemistry*, *12*(8), 877-885.

# УЧАСТОК ВЕКОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ В ПОЙМЕ ДНЕСТРА У СЕЛА БУТОР ГРИГОРИОПОЛЬСКОГО РАЙОНА

***А.Д. Рущук, В.С. Рущук, В.Ф. Хлебников, Н.С. Чавдарь***
*ГОУ ПГУ им. Т.Г. Шевченко*
*Приднестровье, г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 128*
*Тел. 00(373) 77708316, электронная почта: ruschuk@yandex.ru*

## Введение

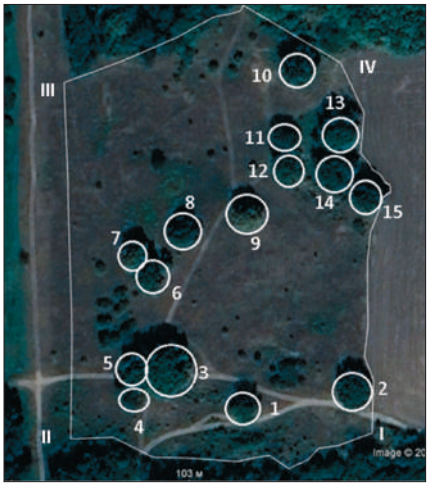
Пойменные леса Приднестровья имеют первостепенное значение для оптимизации ландшафта, экологического баланса малолесных (в 3,5 раза ниже экологической нормы) территорий. Однако продолжается деградация пойменных фитоценозов вследствие их безмерной вырубки, выпаса, нарушения естественных гидрологических процессов, наблюдается резкое снижение устойчивости коренных типов лесов, продуктивного выполнения ими водоохранных, руслозащитных и других функций. Поэтому актуальность вопросов, касающихся повышения биологической устойчивости, продуктивности лесов в поймах рек приобретает острый характер и требует безотлагательного решения [1].

В решении современных проблем пойменных лесов, понимании причин их деградации, перспектив динамики фитоценозов, разработке адекватных технологий лесопользования особую актуальность приобретают их естественные уцелевшие старовозрастные остатки, даже в виде отдельных групп деревьев.

## Материал и методы

Наиболее ярким примером сохранившихся естественных пойменных лесов Приднестровья является участок старовозрастных (более 100 лет) деревьев дуба черешчатого – *Quercus robur L.* и ясеня высокого – *Fraxinus excelsior L.* в пойме реки Днестр у села Бутор Григориопольского района, исследованных нами в 2021 году (рис. 1, табл. 1).

а)




б)

**Рис. 1.** Положение на местности (а), координаты контура участка и схема расположения деревьев (б): 1, 4 – ясень высокий – *Fraxinus excelsior L.*, 2, 3, 5-15 – дуб черешчатый – *Quercus robur L.*

**Таблица 1. Характеристика участка старовозрастных деревьев**

| Наименование объекта | Площадь, га | Местонахождение, административное подчинение | Краткая характеристика объекта | Координаты контура участка | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | № точки привязки | Широта | Долгота |
| Участок старовозрастных деревьев | 4,1 | Григориопольский район, Госадминистрация района | Участок расположен в юго-западной части Григориопольского района между сёлами Спея, Бутор. Территория представлена прирусловой поймой меандра р. Днестр. Преобладающие высоты над уровнем моря – 11-15 метров. | I | 47°00′21.68″С | 29°22′44.51″В |
| | | | | II | 47°00′20.37″С | 29°22′35.94″В |
| | | | | III | 47°00′27.25″С | 29°22′34.62″В |
| | | | | IV | 47°00′28.39″С | 29°22′43.02″В |

Участок старовозрастных деревьев, занимает возвышенную часть прирусловой поймы (рис. 2) р. Днестр, отделённую от реки противопаводковым валом.

Почвенный покров участка трансформирован – на большей территории снят верхний плодородный горизонт для приготовления парниковых, тепличных почвосмесей и сооружения противопаводкового вала. Сохранившийся почвенный профиль представлен аллювиально-луговой зернистой и слоистой почвами.

К участку примыкают лесные культуры кварталов 49, 50 Григориопольского лесничества, Григориопольского лесхоза, занимают также возвышенную часть поймы с преобладающими высотами 15-25 м. Средняя часть поймы до коренного берега с выходами известняков более понижена, высоты над уровнем моря составляют 9-11 м.

**Рис. 2.** Общий вид участка старовозрастных деревьев

Флористического разнообразие, структура растительного покрова, геоботанические исследования проведены в соответствии с общепринятыми методиками [2-4]. Определение растений производилось с привлечением классических флористических сводок [5-10]. Видовые эпитеты приводятся в соответствии со сводкой С.К. Черепанова [11].

## Результаты и обсуждение

Рассматриваемый участок в прошлом являлся частью Буторской лесной дачи Тираспольского уезда Херсонской губернии, флору и растительный покров которой детально изучал выдающийся российский и польский ботаник И.К. Пачоский.

В своём труде – «Описание растительности Херсонской губернии. 1. Леса» [12, с. 135] И.К. Пачоский приводит следующую характеристику рассматриваемой территории, которую он посещал дважды – 23 апреля 1903 г. и 22 мая 1905 г.: «…Буторская лесная дача расположена в плавнях Днестра между Буторами и Спеей. Больше всего верб (*Salix alba*) и серебристого тополя (*Populus alba*). Попадается также дуб (*Quercus pedunculata*), вяз (*Ulmus pedunculata*) у высокого берега, берест (*Ulmus campestris*), яблоня (*Pirus malus*). Кое-где целые участки из ясеня (*Fraxinus excelsior*) и группы *Salix purpurea*. Травяной покров местами почти совсем отсутствует вследствие чрезмерной пастьбы скота, а также и вследствие того, что плавневым лесам вообще свойственно быстро лишаться тех немногих настоящих лесных форм, которые там могут произрастать. Между группами деревьев расположены лужайки, сильно истоптанные скотом, покрытые сорной растительностью, а отчасти и солонцеватыми элементами (листья *Silaus besseri*). Эти признаки засоления, вероятно, выступают в связи с выпасом скота. Местами луга сильно засорены конским щавелем – *Rumex confertus*, местами почти сплошь росла жеруха австрийская – *Nasturtium austriacum*, среди которой торчали прошлогодние стебли камыша. Затем изредка попадались и другие сорные растения, кое-где и луговые, обгрызенные скотом. Изредка по полянам у леса попадалась характерная для плавней Днестра спаржа – *Asparagus pseudoscaber*».

В работе «Херсонская флора. Т.2. Двудольные» [13] И.К. Пачоский также указывает для Буторской лесной дачи приведенные выше виды и дополнительно сообщает о произрастании там *Ranunculus*

*polyanthemus* (кустарниковый луг в долине Днестра), *Medicago minima* (по лугам), *Anthriscus sylvestris*, *Viburnum opulus* (на границе заливных лугов и высокого берега).

Согласно типологии лесов, предложенной И.К. Пачоским [12], Буторская лесная дача относилась к заливным (водный покров менее продолжительный) смешанным лиственным лесам речных долин (Днестровской поймы).

Современная ландшафтная характеристика рассматриваемой территории представлена поймой со злаковыми, бобово-злаковыми, злаково-осоковыми лугами и травянистыми болотами (Атлас …, 1996, 2000) [14].

В составе флоры травянистых растений участка отмечено 48 видов. Большинство видов травянистых растений представлены сорными и луговыми растениями: *Trifolium fragiferum* L., *Trifolium pratense* L., *Trifolium repens* L., *Taraxacum officinale* F.H. Wigg., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Agrimonia eupatoria* L., *Xanthium strumarium* L., *Achillea collina (*Becker ex Wirtg.) Heimerl, *Geranium sylvaticum* L., *Xanthoselinum alsaticum* (L.) Schur, *Onopordum acanthium* L., *Conium maculatum* L., *Cichorium intybus* L., *Lamium purpureum* L., *Leonurus quinquelobatus* Gilib., *Rumex confertus* Willd., *Poa pratensis ssp. pratensis, Carex melanostachya, Dipsacus laciniatus* L., *Torilis arvensis* (Huds.) Link, *Inula germanica* L., *Linaria ruthenica* Blonski, *Potentilla anserina* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronquist, *Ambrosia artemisiifolia* L., *Elytrigia repens* (L.) *Nevski, Galium aparine* L., *Chenopodium album* L., *Geum urbanum* L., *Echinops ritro* L., *Datura stramonium* L., *Berteroa incana* (L.) DC., *Knautia arvensis* (L.) J.M. Coult., *Solanum nigrum* L., *Plantago major* L., *Verbascum phlomoides* L., *Salvia pratensis* L., *Verbena officinalis* L., *Juncus gerardii, Agrostis stolonifera, Agrostis gigantea* Roth, *Alopecurus arundinaceus* Poir., *Bromopsis inermis* (Leyss.) *Holub (Bromus inermis), Lolium perenne* L., *Poa angustifolia* L., *Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L., *Xanthium spinosum* L.

Кустарники представлены 3 видами: *Prunus spinosa* L., *Rosa canina* L., *Crataegus pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd., деревья – также 3 видами: *Quercus robur* L., *Fraxinus excelsior, Pyrus pyraster* Burgsd.

Растительный покров участка представлен рядом сообществ:

1) Сырых лугов – в пониженных участках микрорельефа поймы с кортотким периодом застоя (10-15 дней) паводковых вод (редко при сильных паводках), значительных атмосферных осадках с *Juncus gerardii, Carex melanostachya, Agrostis stolonifera).* Отмечены микрофрагменты фитоценозов следующих ассоциаций*:* Agrostideta stoloniferae, Cariceta melanostachiae, Agrostideta gigantii, Junceta gerardii, Alopecureta arundinaceae.

2) Свежих и сухих лугов – на возвышенных дренированных участках поймы, откосах противопаводкового вала с преобладанием *Bromus inermis, Elytrigia repens,* злаковыми, злаково-бобовыми и злаково-разнотравными свежими лугами формаций *Calamagrostideta epigeiosi, Bromopsieta inermisi, Festuceta pratensisi, Alopecureta pratensisi, Phleumeta pratensisi, Poaeta pratensisi, Elytrigieta repentisi* – флористически богатые, полидоминантные, со сложной структурой и значительным участием злаков. Однако во вторую половину лета они нередко страдают от недостатка влаги.

Дренированные участки заняты сухими злаково-разнотравными лугами формаций *Lolieta perenii, Poaeta angustifoliae, Festuceta pratensis,*, в сухие годы подверженными засухе, но довольно хорошо ее переносящими.

3) Настоящих злаковых, злаково-бобовых и злаково-разнотравных лугов [15] – *Bromopsideta inermisi, Dactyleta glomerati, Festuceta pratensisi, Alopecureta pratensisi, Poaeta pratensisi* и другие) приурочены к влажным местообитаниям дренированных частей поймы.

4) Сорная растительность занимает основную часть участка, представлена разнообразными вариантами мезофильных рудеральных сообществ с преобладанием *Cirsium arvense*, *Conium maculatum*, *Torilis arvensis*, *Chenopodium album* и др. На наиболее сбитых участках сохраняются преимущественно пастбищно устойчивые виды (*Festuca pratensis, Elytrigia repens* на *Poa pratensis).*

На участке произрастают 15 старовозрастных деревьев – *Quercus robur (13), Fraxinus excelsior* (2) (рис. 1-3), рассматриваемых нами как остаток (останцовый лес, останец) естественного леса свежей пойменной дубравы, относящийся по современной лесной типологии к дубнякам прирусловым (Д пр.) и дубнякам среднепойменным (Дср. п.). Территория данного леса в прошлом была довольно значительной [12, 13] и с достаточно высокой вероятностью занимала всю высокую часть поймы, на которой сейчас созданы лесные культуры.

Состояние деревьев удовлетворительное и хорошее (рис. 3). Диаметр стволов на высоте 1,3 м составляет 0,7-1,4 м, высота – 19-34 м, проекции крон – 18×19 – 28×29 м. Примерный возраст деревьев

(100-150 лет) удалось установить сопоставлением диаметров стволов с диаметрами пней дуба (с соответствующим количеством годичных колец на спилах), имеющихся на участке, диаметрами деревьев дуба в культурах известного года посадки, а также по размерным характеристикам стволов (длине окружности, диаметру), габитусу, присутствующих среди культурных посадок, единичных старовозрастных деревьев дуба (например, квартал 50, выдел 18) аналогичных таковым на открытом участке.

В кронах наблюдаются отдельно усыхающие полускелетные ветви (2-3 порядков). Отмечено повреждение стволов в виде снятия коры. Кроны деревьев широкораскидистые, высота стволов до первых скелетных ветвей – 2-2,5 м. Листья дубов повреждены дубовой кружевницей. Отмечается хороший урожай желудей, на отдельных деревьях обильный, встречаются единичные сеянцы дуба черешчатого. Все деревья занимают микровозвышения рельефа в результате выборки грунта для приготовления парниковых и тепличных почвосмесей.

а)

б)

**Рис. 3.** Самые крупные деревья участка: а) дуба черешчатого (дерево № 3 на рисунке 1), б) ясеня высокого (дерево № 2 на рисунке 1)

## Выводы

Учитывая значительный возраст деревьев изученного участка, высокое рекреационное значение, рекомендуем включить данную территорию в перечень охраняемых природных объектов ПМР, а старовозрастным деревьям дуба черешчатого и ясеня высокого придать статус «вековых деревьев».

## Литература


1. Алексейченко А.П., Алексейченко Н.А. Пойменные леса Молдовы и Приднестровья. Корсунь-Шевченковский: СПД Майдаченко И.С. 2009. 296 с.
2. Корчагин А.А. Видовой (флористический) состав растительных сообществ и методы его изучения // Полевая геоботаника. т. 3, М.-Л.: Наука, 1964, С.39-62.
3. Юнатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. т. III. Наука, М.-Л., 1964. С. 9-36.
4. Скворцов А.К. Гербарий. Пособие по методике и технике. М., Наука: 1977. 199 с.
5. Флора европейской части СССР.- Л., 1974-1994-2001. Т. 1-7.
6. Флора СССР. Т.Т. 1-30. М.-Л. 1934-1964.
7. Гейдеман Т.С. Определитель высших растений Молдавской ССР. Кишинёв: Штиинца, 1986. 637 с.
8. Доброчаева Д.Н., Котов М.И., Прокудин Ю.Н. и др. Определитель высших растений Украины. Киев: Фитосоциоцентр, 1999. – 548 с.
9. Растения лесных полян и опушек. Растительный мир Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1986. 342 с.
10. Растения степей, известняковых склонов и сорные. Растительный мир Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1989. 303с.
11. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. С.-Петербург: Мир и семья, 1995. 990 с.
12. Пачоский И.К. Описание растительности Херсонской губернии. 1. Леса. Херсон. 1915. 202 с.
13. Пачоский И.К. Херсонская флора. Т. 2. Двудольные. Познань. 2008. 505 с.
14. Атлас Приднестровской Молдавской Республики, 1996, 2000.
15. Смирнова-Гараева Н.В. Водная растительность Днестра и её хозяйственное значение. Кишинёв: Штиинца. 1980. 136 с.

# ИХТИОФАУНА НИЖНЕГО ДНЕСТРА, ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА И ДНЕСТРОВСКОГО ПРЕДГИРЛОВОГО ВОЗМОРЬЯ В 2006-2021 ГГ.

***Сергей Снигирев***
*Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова*
*Маяковского, 7, Одесса, 65082, Украина*
*Тел.: +380953969537, e-mail: snigirev@te.net.ua*

История ихтиологических исследований Нижнего Днестра, Днестровского лимана, а также отдельных районов северо-западной части Черного моря (СЗЧМ), включая Днестровское предгирловое взморье, охватывает более полутора вековой период и связана с именами выдающихся ученых зоологов и ихтиологов XIX – начала XXI столетия [2]. В этот период проведен целый ряд комплексных исследований, накоплен значительный фактический материал о структурных и функциональных характеристиках ихтиоценозов этого региона [1, 4, 7, 8, 11]. В последнее десятилетие опубликованы статьи, посвященные ихтиофауне, состоянию водных биоресурсов (ВБР) и биологическим характеристикам основных промысловых видов Нижнего Днестра и Днестровского лимана [1, 9, 11, 12]. Уделяется значительное внимание ихтиофауне Днестровского предгирлового взморья [9, 12], накопленные данные рассматриваются комплексно, как единое целое уникальной природной системы река-лиман-море [11, 12].

Особую актуальность комплексные ихтиологические исследования приобретают в условиях усиления антропогенного влияния на все компоненты системы. Учитывая международные договоренности Украины по выполнению Директив ЕС, обязывающих проведение мониторинговых исследований биоразнообразия и количественных характеристик рыбных ресурсов, целью данной работы стало обобщение результатов многолетних ихтиологических исследований, уточнение современных видовых списков ихтиофауны Нижнего Днестра, Днестровского лимана и Днестровского предгирлового пространства.

## Материалы и методы

Основу работы составляют материалы, собранные в Нижнем Днестре и Днестровском лимане в период 2006-2021 гг. в рамках НДР МОН Украины при поддержке международных проектов: ЕС-TACIS (2006-2007 гг.), ОБСЕ/ЕЭК ООН/ЮНЕП «Трансграничное сотрудничество и постоянное управление в бассейне г. Днестр: Фаза III – реализация программы действий» (2011-2012 гг.), FP7 ENVIROGRIDS (2011-2012 гг.). В работе использованы данные ихтиологических съемок, промысловых уловов, а также уловов рыболовов-любителей в период 2006-2021 гг. В ходе исследований в районе Днестровского предгирлового взморья (2017-2021 гг.) были проанализированы промысловые уловы при реализации международного проекта GFCM (General Fisheries Commission of Mediterranean) «Select activitie Discard monitoring programme Phase I (2018-2019) Phase II (2021)». Промысловые работы осуществлялись в 1,5-10 милях от берега на глубинах от 10 до 40 м. Также на прибрежных участках моря Днестровского предгирлового пространства проводили подводные наблюдения с использованием легководолазного снаряжения. Схема района проведения работ приведена на рис. 1

## Результаты и их обсуждение

Всего в период исследований на акваториях Нижнего Днестра, Днестровского лимана и Днестровского предгирлового пространства было выявлено 110 видов пресноводных и проходных, а также солоноватоводных и морских видов рыб, принадлежащих к 27 отрядам, 41 семейству, 92 родам. Ихтиофауна Нижнего Днестра объединяет 64 вида из 11 отрядов, 16 семейств, 53 родов.

Видовой список рыб Днестровского предгирлового взморья не менее разнообразен – 64 вида из 25 отрядов, 35 семейств, 56 родов. Ихтиофауна Днестровского лимана беднее – 59 видов из 16 отрядов, 21 семейств, 50 родов (табл. 1). В нижнем Днестре и Днестровском лимане доминируют представители отряда Cypriniformes – 33 и 18 видов соответственно. Во всех трех районах значительным количеством видов представлены бычкообразные Gobiiformes 8, 10 и 10 видов соответственно (табл. 1). Пресноводные карповые небольшим количеством видов отмечены на распресненных участках взморья. Мор-

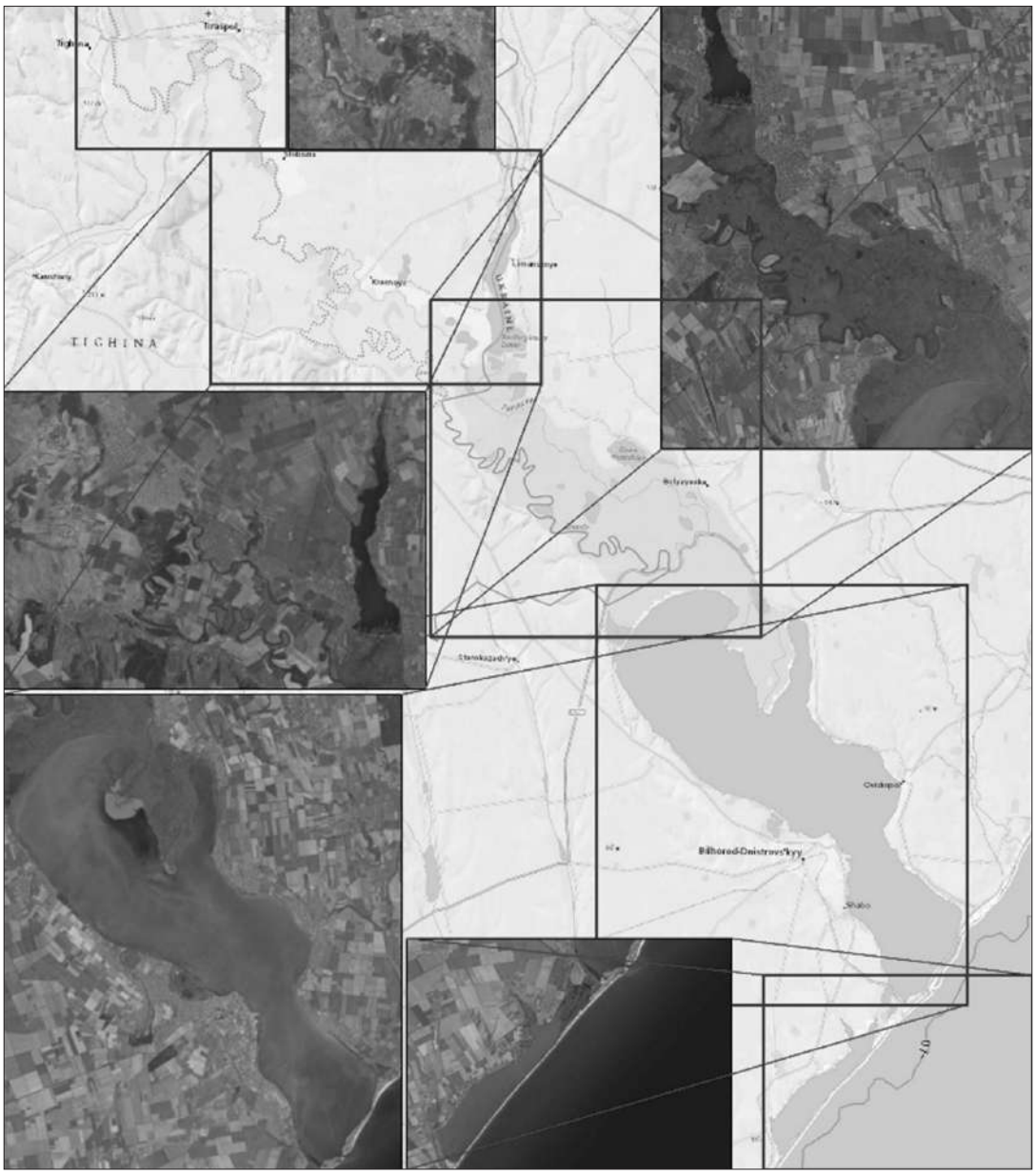



**Рис. 1.** Схема районов ихтиологических исследований

ские виды, которые часто проникают в лиман в периоды интрузии морской воды при нагонных ветрах, периодически отмечаются в нижней и средней частях Днестровского лимана. Согласно полученным результатам, основу ихтиофауны Нижнего Днестра составляют виды Понто-Каспийского (34,3% от общего числа видов соответственно для каждого района), Европейского (17,2%), Европейско-Сибирского (15,6%) зоогеографического происхождения [12]. Понто-Каспийские виды доминируют в Днестровском лимане (39,0%) и на Днестровском предгирловом взморье (28,1%). Также на Днестровском взморье многочисленны виды Бореально-Атлантического происхождения – 21,8% [12]. Большинство видов Нижнего Днестра и Днестровского лимана являются пресноводными и полупроходными (70,3 и 42,4% соответственно). В Днестровском лимане также доминируют солоноватые виды (33,9%), а на Днестровском взморье морские и солонововодные виды (57,8 и 23,4% соответственно) [12].

Рыбы всех трех районов преимущественно оседлые (Нижний Днестр – 78,1%, Днестровский лиман – 61,0%, Днестровское предустьевое взморье – 59,4%), ведут донный и придонный образ жизни (Нижний Днестр – 84,4%, Днестровский лиман – 79,7%, Днестровское предустьевое взморье – 78,1%). На исследованных участках по способу размножения доминируют пелагофилы, а также строящие «гнезда» и охраняющие икру виды; по трофическому статусу – бентофаги и виды со смешанным типом питания. Остальные группы рыб представлены меньшим количеством видов [12].

**Таблица 1. Таксономический состав отрядов ихтиофауны Нижнего Днестра, Днестровского лимана и Днестровского предгирлового пространства**

| Отряд | Нижний Днестр | | | Днестровский лиман | | | Днестровское предгирловое взморье | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Fam | Gen | Sp. | Fam | Gen | Sp. | Fam | Gen | Sp. |
| SQUALIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| RAJIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| MYLIOBATIFORMES | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ACIPENSERIFORMES | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 4 |
| ANGUILLIFORMES | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CLUPEIFORMES | 1 | 2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 2 | 4 | 4 |
| CYPRINIFORMES | 2 | 28 | 33 | 2 | 15 | 18 | 1 | 4 | 4 |
| SILURIFORMES | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - |
| SALMONIFORMES | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ESOCIFORMES | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | - |
| GADIFORMES | - | - | - | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| OPHIDIIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| GOBIIFORMES | 1 | 5 | 8 | 1 | 10 | 12 | 1 | 9 | 10 |
| MUGILIFORMES | - | - | - | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 4 |
| BLENNIIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 | 3 |
| GOBIESOCIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| ATHERINIFORMES | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| BELONIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| CARANGIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| PLEURONECTIFORMES | - | - | - | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |
| SYNGNATHIFORMES | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 5 |
| CALLIONYMIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| SCOMBRIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 |
| TRACHINIFORMES | - | - | - | - | - | - | 3 | 3 | 3 |
| LABRIFORMES | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 | 2 |
| PERCIFORMES | 2 | 6 | 6 | 3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| SCORPENIFORMES | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 |
| ВСЕГО: | 16 | 53 | 64 | 21 | 50 | 59 | 35 | 56 | 64 |

**Примечание:** Fam – количество семейств, Gen – количество родов, Sp. – количество видов.

Существенные преобразования экосистемы и, в частности, ихтиоценозов бассейна Днестра и близлежащих участков Черного моря связаны с целым комплексом антропогенных факторов [3, 6-8]. К основным из них принято относить:

- ликвидацию Очаковского гирла лимана в 1926 году;
- строительство и наполнение Дубоссарского водохранилища 1954-1956 гг.;
- прокладку судоходного канала от Днестровского предустьевого пространства до Белгород-Днестровского порта через Царьградское устье в 1970 году;
- создание и наполнение Днестровского (основного и буферного) водохранилища в 1981-1987 гг.;
- увеличение уровня эвтрофирования и загрязнения вод р. Днестр;
- изъятие песчано-гравийных грунтов в нижнем течении реки;
- незаконное, неконтролируемое, неподотчетное изъятие водных биоресурсов и др.

В последние десятилетия все чаще прослеживаются изменения всей системы река-лиман-море связанные с изменениями климата. В первую очередь, эти изменения проявляются в снижении объемов стока реки, сокращении площадей плавневых заливных лугов – нерестилищ многих видов рыб, изменении гидрологического режима Днестровского лимана и Днестровского взморья [3, 6]. В связи со всеми этими причинами из современных уловов полностью исчезли (считаются исчезнувшими) такие нативные виды рыб как: *Acipenser nudiventris*, *Sander volgensis*, *Zingel streber*, *Barbatula barbatula*, *Abramis ballerus*, *Chalcalburnus chalcoides*. Сократился видовой состав ихтиофауны Днестровского лимана. Если ранее (1964-1986 гг.) здесь было отмечено 79 видов рыб [4], то современная ихтиофауна объединяет в 1,3 раза меньше видов – всего 59. В уловах не отмечены осетр русский *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt et Ratzeburg, 1833, язь *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758), голавль *Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758), елец *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758), подуст *Chondrostoma*

*nasus* (Linnaeus, 1758), пескарь *Gobio sarmaticus* Berg, 1949, умбра *Umbra krameri* Walbaum, 1792 и нек. др. виды. В условиях большего влияния реки Днестр на прибрежные морские участки, до наполнения Днестровского водохранилища, ихтиофауна Днестровского взморья объединяла 94 вида рыб (31 вид пресноводных, 18 солоноватоводных, 45 морских) [10]. Согласно современным исследованиям, видовое разнообразие рыб Днестровского предустьевого взморья в 1,5 раза меньше [9]. В настоящее время не отмечено 35 видов. Из них *Thunnus thynnus* (L., 1758), *Scomber scombrus* (L., 1758), *Trachurus trachurus* (L., 1758) с конца 80-х годов прошлого века перестали встречаться в северо-западной части Черного моря. Их обнаружение сейчас на Днестровском взморье маловероятно. Другие виды: *Callionymus pusillus* Delaroche, 1809, *Symphodus roissali* (Risso 1810), *Syngnathus tenuirostris* Rathke, 1837, *Diplodus annularis* (L., 1758), *Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810, *Parablennius sanguinolentus* (Pallas, 1814), *Alosa maeotica* (Grimm, 1901), *Alosa tanaica* (Grimm, 1901), широко распространенные в северо-западной части моря могут быть обнаружены на Днестровском взморье. Также могут быть встречены, отмеченные в лимане солоноватоводные виды: *Rutilus heckelii* (Nordmann, 1840), *Ponticola kessleri* (Günther, 1861), *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874) и *Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916). Из видов, обитающих в Нижнем Днестре, ранее не встречавшихся на взморье отмечены *Acipenser ruthenus* L., 1758, относительно недавние интродуценты *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846) и *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schleg) а также донные морские, виды *Diplecogaster bimaculatus* (Bonnaterre, 1788) и *Parablennius zvonimiri* (Kolombatovič, 1892). Эти виды широко распространены в Черном море, включая его северо-западную часть. Оснований считать, что появление их на Днестровском взморье является результатом расширения ареала нет [9, 12].

Следует отметить, что сокращение биоразнообразия уникальной системы является тревожным сигналом, свидетельствующим о ее деградации. Особо уязвимыми остаются редкие виды, имеющие охранный статус. На всех трех участках их около третей части обнаруженных видов. В список «Красной книги Украины» (2009) из 64 видов рыб Нижнего Днестра занесено 11 (17,2%), из 64 видов Днестровского взморья – 10 (15,6%), из 59 видов Днестровского лимана – 7 (11,8%). В списках «Красной книги Черного моря» 8 видов рыб (12,5% всех видов) Нижнего Днестра, 21 вид (32,8%) Днестровского взморья, 11 (18,6%) Днестровского лимана. По 7 видов Нижнего Днестра и Днестровского лимана, а также 9 видов Днестровского взморья имеют охранную категорию Красного списка Международного Союза Охраны Природы. Важность этого региона, где на небольшой по площади акватории сосредоточено большое количество редких охраняемых представителей ихтиофауны очевидна. Снижение антропогенного воздействия остается приоритетной задачей для восстановления и сохранения не только уникальных ихтиоценозов, но и всей экосистемы бассейна Нижнего Днестра.

## Заключение

1. Всего зарегистрировано 110 видов пресноводных и проходных, а также солоноватоводных и морских видов рыб, принадлежащих к 27 отрядам, 41 семейству, 92 родам. Ихтиофауна Нижнего Днестра объединяет 64 вида из 11 отрядов, 16 семейств, 53 родов. Видовой список рыб Днестровского предгирлового взморья также разнообразен – 64 вида из 25 отрядов, 35 семейств, 56 родов. Ихтиофауна Днестровского лимана беднее – 59 видов из 16 отрядов, 21 семейств, 50 родов.
2. Основу ихтиофауны Нижнего Днестра составляют виды Понто-Каспийского Европейского и Европейско-Сибирского зоогеографического происхождения. Понто-Каспийские виды доминируют в Днестровском лимане. На Днестровском предгирловом взморье многочисленны виды Понто-Каспийского и Бореально-Атлантического происхождения.
3. Большинство видов Нижнего Днестра и Днестровского лимана являются пресноводными и полупроходными. В Днестровском лимане доминируют солоноватые виды, а на Днестровском взморье морские и солонововодные виды. Рыбы всех трех районов преимущественно оседлые, ведут донный и придонный образ жизни. По способу размножения доминируют пелагофилы, а также строящие «гнезда» и охраняющие икру виды; по трофическому статусу – бентофаги и виды со смешанным типом питания.
4. Около трети найденных на всех трех участках рыб имеют охранный статус, что подчеркивает важность этой территории для сохранения редких охраняемых видов рыб.

**Использованные источники**

1. Бушуев С., Тромбицкий И., Снигирёв С. 2013. *Днестр без границ. Результаты проекта «Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление в бассейне реки Днестр: Фаза III – Реализация программы действий («Днестр-III»).* К.: ENVSEC.
2. Виноградов К. А. 1958. *Очерки по истории отечественных гидробиологических исследований на Черном море*. К.: Изд-во АН УССР, 155 с.
3. Гребень В., Губанов В., Гуляева О. и др. 2019. Анализ влияния водохранилищ Днестровских ГЭС на состояние бассейна Днестра. Отчет молдавско-украинской экспертной группы / ред. Денисов Н. – Вена, Женева, Киев, Кишинев, 62 с.
4. Замбриборщ Ф.С. 1953. Состояние запасов основных промысловых рыб дельты Днестра и Днестровского лимана и пути их воспроизводства. *Материалы по гидробиологии и рыболовству лиманов Северо-Западного Причерноморья*. Изд-во КГУ, 2:С. 103-135.
5. Замбриборщ Ф.С. 1990. *Лиманы северного Причерноморья.* К.: Наук. Думка, 171-201 с.
6. Зайцев Ю.П., Александров Б.Г. ред. 2006. *Северо-западная часть Чёрного моря: биология и экология*. Киев: Наук. думка, 701 с.
7. Сиренко Л.А., Евтушенко Н.Ю., Комаровский Ф.Я. и др. 1992. *Гидробиологический режим Днестра и его водоемов*. К.: Наук. думка, 356 с.
8. Старушенко Л., Бушуев С. 2001. *Причерноморские лиманы одесщины и их рыбохозяйственное использование.* Одесса: Астропринт.
9. Снігірьов С.М., Заморов В.В., Караванський Ю.В. та ін. 2020. Таксономічна еколого-фауністична характеристика сучасної іхтіофауни Одеської затоки, Дністровського передгирлового узмор'я і прибережних вод о. Зміїний. *Вісник Одеського національного університету: сер. Біологія*. 25, 2(47): 113-139.
10. Чепурнов В.С. 1962. Видовой состав рыб северо-западной части Черного моря и их распределение. *Учен. зап. Кишиневского университета*. 62(1): 3-10.
11. Snigirov S., Kvach Iu., Goncharov A., Sizo R., Sylantyev S. 2019. Hydrology and parasites: what divides the fish community of the Dniester Estuary into three? *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 217:120-131.
12. Snigirov S., Kvach Yu., Kutsokon Yu., Zamorov V., Snigirova A., Sylantyev S. 2022. Ecological and taxonomic analysis of the ichthyofauna of the Lower Dniester, the Dniester Estuary and the adjacent Black Sea area. *Acta Zoologica Bulgarica*.74 (2): 245-254.

# СОВРЕМЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗАПАСОВ И ОЦЕНКА ДОПУСТИМОМОГО УЛОВА ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ ДНЕСТРОВСКОГО ЛИМАНА

***Сергей Снигирев[1], Евгений Леончик[1], Сергей Бушуев[2]***

*[1]Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова,*
*Дворянская, 2, Одесса, 65082, Украина*
*Тел.: +380953969537, e-mail: snigirev@te.net.ua*
*Тел.: +3806675317, e-mail: leonchik@ukr.net*
*[2]Институт морской биологии НАНУ,*
*Тел.: +380667942318, e-mail: bsg1956@gmail.com*

Согласно исследованиям, около трети из 79 видов рыб современной ихтиофауны нижнего течения р. Днестр и Днестровского лимана являются объектами промысла [1, 3, 10]. Вылов пяти из них, а именно: карася серебряного *Carassius gibelio* (Bloch, 1783), карпа (сазана) *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), тарани (плотвы) *Rutilus heckelii* (Nordmann, 1840) и судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) имеет наибольшее значение для современного промысла на этом водоеме, на их долю приходится от 76 до 95% общего годового улова рыбы.

Около десяти лет назад в Днестровском лимане был отмечен значительный рост численности популяции карася, который достиг пика в 2019 году [1]. В последние годы карась составлял основу промысла в лимане (80-85% общего годового улова). Его вылов увеличился почти в 8 раз – с 264,7 т в 2013 году до 2066,2 т в 2019 г. Рост объемов добычи был достигнут благодаря успешному применению закидных неводов в холодный период года (октябрь-декабрь, январь-март) [1]. Однако резкое увеличение уровня эксплуатации привело к снижению его запаса. Официальные показатели вылова

карпа в Днестровском лимане в последние годы имеют тенденцию к росту [1]. Оценка состояния его запаса в значительной степени является сложной задачей, поскольку значительная доля улова остается в тени и не отражается в официальной промысловой статистике. Эксплуатация запасов тарани и леща в последние годы осуществлялась на уровне близком к оптимальному [3]. Запас судака Днестровского лимана, согласно последним исследованиям, находится в крайне неудовлетворительном состоянии [3].

Как отмечалось ранее [2] интенсивная эксплуатация рыбных запасов при недостаточно обоснованных и малоэффективных мерах по их восстановлению может привести к деградации и резкому падению рыбопродуктивности этого уникального водоема. Именно поэтому определение объемов допустимого вылова с целью недопущения перелова рыбных ресурсов не теряет своей актуальности и является приоритетной рыбохозяйственной задачей.

Целью данной работы является анализ современного промысла, оценка состояния запасов и рекомендации по регулированию эксплуатации пяти основных промысловых видов рыб Днестровского лимана.

## Материалы и методы

Основу работы составляют материалы, собранные в Днестровском лимане в период 2012-2021 гг. Также в работе использованы данные официальной промысловой статистики Госрыбагентства Украины. Биологический материал собирали из промысловых уловов частного предприятия «Калкан». Проанализирован размерно-возрастной состав пяти видов: карася серебряного, карпа (сазана), леща, тарани и судака. Рыбу ловили с помощью промысловых орудий лова: жаберных сетей (размер ячеи 30-70 мм), частиковых вентерей (ячея 36-40 мм) и закидных неводов (длина до 600 м, высота 2 м, ячея 30-40 мм).

Для оценки запасов была использована математическая модель, состоящая из двух программных модулей: *BSM* (Bayesian State-space Model) [4] и *LBB* (Length-based Bayesian Biomass) [5]. В основу байесовской модели пространства состояний *BSM* положено уравнение Шефера [9] и стохастический метод вычисления Монте-Карло [7]. Компьютерное моделирование проведено в программной среде *R*. Для оценки эксплуатации промысловой части популяций исследуемых видов рыб использовали вспомогательный метод *LB-SPR* [8].

## Результаты и их обсуждение

Согласно данным промысловой статистики, общий вылов рыбы в Днестровском лимане в период 2016-2021 гг. был наибольшим среди зарегистрированных уловов за исторический период с 1945 года. В это время существенно увеличился вылов карася серебряного (до 84% общего объема вылавливаемой рыбы). В 2018 году улов карася составлял 1685,1 т. В 2019 году было выловлено рекордное его количество – 2066,2 т. В 2020 году вылов карася существенно снизился и составил всего лишь 1378,5 т. Однако это снижение было в определенной степени связано с внесением изменений в схему регулирования промысла органами рыбоохраны. В 2021 году годовой улов карася еще уменьшился и составил 900,5 т. С одной стороны, это также произошло благодаря ограничениям промысла весной 2021 года, а с другой, очевидно, может свидетельствовать о снижении численности популяции карася в условиях интенсивной его эксплуатации. Современный вылов карася базируется на изъятии особей, длина которых составляет от 10 до 20 см. В 2018 году особи карася в уловах были крупнее – 15-25 см. По данным ихтиологических наблюдений, доля особей карася непромыслового размера (менее 15 см) в уловах 2013-2018 гг. колебалась в пределах от 10 до 37,5%, а в 2019-2021 гг. по сравнению с предыдущим периодом увеличилась в 1,5-2 раза. Это свидетельствует не только об интенсивной эксплуатации промыслового запаса, но также и о высоких темпах его пополнения молодью при эффективном природном воспроизводстве карася в Днестровском лимане и Нижнем Днестре. Резкое увеличение уровня эксплуатации запаса карася с 2016 г привело к снижению его численности в последующие годы. Согласно результатам моделирования *BSM*, биомасса облавливаемой части популяции карася сократилась с 9 тыс. т/год в период до интенсивной его эксплуатации в 2012-2015 гг. до 2,5-3 тыс. т/год в 2019-2021 гг. В 2019 году текущее значение биомассы *B* опустилось почти до предельно допустимого ($Bpa$ = 2,44 тыс. т), в 2021 составило 3,07 тыс. т. При этом величина максимально устойчивого улова (*MSY*) карася была оценена в 813 т. Эта величина может быть использована в качестве

объема общего допустимого улова. Согласно результатам *LBB* анализа, оптимальная средняя длина *Lc_opt* вступления в промысел днестровского карася составляет 14,0 см при оптимальной средней промысловой длине в улове *LF* = *M* = 18,5-19,0 см. Заметим, что с 2019 г. средние размеры рыб в улове были ниже оптимальных значений – произошло снижение промысловой биомассы до критического значения на фоне чрезмерно высокого уровня эксплуатации. Другими словами, наблюдается существенный перелов запаса карася в Днестровском лимане, что отрицательно скажется на состоянии его популяции в дальнейшем. О чрезмерной промысловой эксплуатации этого вида в лимане свидетельствуют и результаты анализа *LB-SPR*. В период с 2013 по 2021 гг. среднее значение индекса *SPR* карася составило 0,18, что ниже критической отметки (20%). При этом следует отметить, что в соответствии с полученными результатами промысловая смертность *F* в 3-4 раза превышала естественную *M* (при оптимальном соотношении *F/M* = 1).

По данным официальной промысловой статистики, в 2012-2021 гг. годовой объем вылова карпа в Днестровском лимане находился в пределах 15,9-45,0 т. За десять лет его официальный объем добычи увеличился примерно в 1,5 раза. С одной стороны, рост вылова мог быть следствием искусственного зарыбления и случайных попаданий зарыбка в лиман из выростных прудов бассейна Нижнего Днестра, с другой – значительным пополнением стада особями урожайного поколения 2015-2016 гг. в результате успешного природного нереста. В 2020-2021 гг. наблюдалось дальнейшее увеличение численности карпа. Важно отметить, что это не отражалось промысловой статистикой. Поскольку прогноз допустимого вылова (т.е. фактически лимит) с 2018 года не обоснованно оставался на одном уровне (45 т), значительно увеличился уровень неконтролируемого вылова этого вида рыбы. По экспертным оценкам промысловый улов карпа в 2021 году мог достигать уровня 80-120 т. В современных уловах карпа доминируют особи промысловой длиной 35-45 см. В 2020 и 2021 гг. доля крупных особей в уловах увеличилась, что свидетельствует об относительно стабильном состоянии его запаса. По результатам анализа *BSM* величина биомассы запаса *B* не снижалась ниже порогового значения ($B_{MSY}$) в течение исследуемого периода. Уровень эксплуатации в 2018-2021 гг. приблизился к оптимальному значению. Увеличение объемов добычи карпа происходило на фоне роста уловов на промысловое усилие. Используя откорректированный набор данных в модели, который согласно экспертных оценок может в 2-3 раза превышать официальные данные вылова, была получена величина *MSY* для карпа на уровне 92,7 т. Именно это значение рекомендуется использовать в качестве величины общего допустимого улова этого вида рыбы в Днестровском лимане. Очевидно, при условии ликвидации ННН-рыболовства в этом водоеме. Согласно *LBB* анализу оптимальная средняя длина *Lc_opt* вступления в промысел для карпа составляет 32,0 см при оптимальной средней промысловой длине в улове 39,9 см. Средние размеры рыб в уловах до 2019 года были ниже рекомендованных, но постепенно росли и достигли оптимального значения в 2020-2021 гг. При этом уровень промысловой эксплуатации *F/M* снизился в последние годы, что привело к улучшению состояния запаса. Величина промысловой биомассы *B* в 2021 году почти достигла оптимального значения $B_{MSY}$. По результатам анализа *LB-SPR* в период с 2014 по 2021 гг. среднее значение индекса *SPR* карпа оказалось чуть выше 40% (умеренно эксплуатируемое). Это также свидетельствует об относительно удовлетворительном состоянии популяции этого вида рыбы в Днестровском лимане.

Вылов леща в период 2012-2021 гг. находился в пределах 113,8-186,3 т. В 2019 году по данным статистики было выловлено 168,7 т. В 2020 и 2021 гг. в 1,4 раза меньше – 113,8 и 117,2 т соответственно. Колебания объемов вылова леща связаны, прежде всего, с эффективностью его нереста и уровнем промысловой эксплуатации [3]. По данным ихтиологических наблюдений вылов леща в лимане снижается. В настоящее время результаты статистики вылова леща, вероятно, более или менее реально отражают состояние его промысла. В современных уловах представлены особи, промысловой длиной 12-40 см. С 2018 года доля крупных особей в уловах постепенно уменьшалась. В последние три года промысел базировался на использовании особей младших возрастов (до 3 лет) – маломерная молодь леща (менее 30 см длиной) в уловах составляла 80-85%. Существенное омоложение стада леща, безусловно, является следствием чрезмерной эксплуатации его запаса. По результатам анализа *BSM* на протяжении 2000-2021 гг. вылов леща колебался около значения *MSY* с превышением в период 2005-2009 гг., а улов на усилие варьировал от 21,3 кг до 13,0 кг, достигнув минимального значения в 2020 году. Эксплуатация запаса леща незначительно превышала оптимальную. Однако качественный состав уловов постепенно снижался. Основу промысла 2019-2021 гг. составляли особи

леща, не достигшие половой зрелости. Значительный вылов неполовозрелых особей привел к снижению численности маточного стада леща и, как следствие, снижению численности группы пополнения в 2020 и 2021 гг. О высоком уровне эксплуатации этого вида рыбы в Днестровском лимане свидетельствуют и результаты анализа *LB-SPR* анализа. Среднее значение индекса *SPR* леща в период с 2014 по 2021 гг. составляло всего 18% при оптимальных значениях 40% и более. В настоящее время оптимальное значение промысловой биомассы по результатам моделирования составляет $B_{MSY}$ = 1120 т. Промысловая смертность оценена на уровне $F_{2021}$ = 0,143, при оптимальных значениях $F_{MSY}$ = 0,132. Величина *MSY*, по результатам моделирования, леща составляет 148 т. Следует отметить, что величина допустимого улова леща в лимане в 2017-2021 гг. определена на уровне 200 т/год, что, естественно, требует корректировки в сторону снижения. По результатам *LBB* анализа оптимальная средняя промысловая длина в улове составляет $LF = M$ = 29,1 см при условии, что $F_{MSY} = M$. Правилами промыслового рыболовства в бассейне Черного моря (1998) установлена минимальная промысловая мера леща на уровне 30 см. Согласно предварительным исследованиям, 50% особей длиной 30 см только достигают половой зрелости, поэтому недопустимо уменьшать минимальный промысловый размер этого вида. Рекомендуется принятие мер по уменьшению прилова молоди, прежде всего, ограничение применения мелкоячеистых лесочных сетей в Днестровском лимане. Вероятно, целесообразно ввести ограничения на определенные места и сроки лова, усилить контроль и внедрить меры по предотвращению ННН-промысла леща.

Уловы тарани в 2012-2021 гг. составляли от 22,4 до 47,9 т в год. С 2017 года вылов увеличился по сравнению с предыдущими годами. В 2021 году по данным статистики было выловлено 42,4 т. Следует отметить, что в настоящее время нет оснований для улучшения состояния популяции тарани в Днестровском лимане [3]. Основу уловов составляют особи промысловой длиной 15-20 см. В последние годы было отмечено снижение крупноразмерных особей в уловах. По результатам мониторинга промысла в период 2015-2021 гг. определен негативный тренд качественных характеристик популяции: ее структура заметно ухудшилась – доминирующая группа сместилась в сторону малоразмерных классов. Последние три года доля маломерной молоди тарани в уловах составила 35-80%. Все это свидетельствует об интенсивной эксплуатации популяции тарани Днестровского лимана. По данным анализа *BSM* вылов тарани в 2000-2001 гг. значительно превышал оптимальный, что привело к снижению ее запаса. Однако с 2002 года эксплуатация осуществлялась на уровне близком к оптимальному. В результате произошло быстрое восстановление популяции. В 2017-2021 гг. наблюдался как рост общего вылова, так и рост величины улова на промысловое усилие. В настоящее время значение промысловой биомассы *B* практически совпадает с $B_{MSY}$ = 306 т. Промысловая смертность оценена на уровне $F_{2021}$ = 0,127, при оптимальных значениях $F_{MSY}$ = 0,13. По откорректированным данным (с учетом ННН и любительского вылова) величина *MSY* тарани составляет 57,7 т. Результаты *LB-SPR* анализа указывают на относительно умеренную (28%) эксплуатацию промысловой части популяции.

С 2012 года объемы вылова судака в лимане неуклонно снижались – с 22,3 т до 4,1 т в 2018 году. В 2019 году вылов судака несколько увеличился до 8,4 т, но в 2020 и 2021 гг. снова снизился до 5,2 и 4,9 т соответственно. Значительное сокращение величины официальных уловов судака обусловлено рядом факторов. Поскольку судак является наиболее ценным и ликвидным объектом промысла в лимане, весьма значительная часть его улова утаивается легальными рыбаками. Наиболее негативное влияние на состояние популяции судака оказывает вылов молоди при использовании мелкоячеистых лесковых сетей, в которых погибает значительное количество его особей. Увеличение масштабов неконтролируемого любительского вылова этого вида рыбы в предыдущие годы также могло негативно повлиять на состояние его запасов [3]. Основу современных уловов составляют особи, промысловая длина которых составляет 30-40 см. По данным наблюдений, более половины уловов приходится на особей, длина которых меньше разрешенного промыслового размера – 38 см. Значительная часть молоди продолжает гибнуть в мелкоячеистых сетях и других орудиях лова, что никак не учитывается официальной статистикой промысла. Доля крупных особей (1,5 и более кг) в уловах крайне незначительна. Все это свидетельствует об очень высоком влиянии промысла и ННН-рыболовства на состояние популяции судака в Днестровском лимане. По данным *BSM* анализа в течение 2000-2014 гг. вылов судака значительно превышал значение *MSY*, что привело к существенному сокращению его запаса. Уловы заметно снизились в последующие годы. В настоящее время запас судака находится в крайне неудовлетворительном состоянии. Величина биомассы существенно ниже критического зна-

чения $Bpa = 0{,}5 \cdot B_{MSY}$. На основании предосторожного подхода для запаса судака определено значение $F_{MSY} = 0{,}0067$. Ежегодный вылов этого вида в лимане не должен превышать 5 т. Важно отметить, что снижение разрешенного объема вылова (лимита, прогноза) не приведет к существенному улучшению состояния запаса. Молодь судака будет продолжать гибнуть в мелкоячеистых орудиях лова без всякого учета. Более эффективным мероприятием, направленным на восстановление численности, был бы запрет или значительное ограничение применения мелкоячеистых лесковых сетей для лова рыбы в лимане.

## Заключение

По данным *BSM,* биомасса облавливаемой части популяции карася в Днестровском лимане сократилась с 9 тыс. т/год в период до интенсивной его эксплуатации в 2012-2015 гг. до 2,5-3 тыс. т/год в 2019-2021 гг. Результаты *LB-SPR* анализа свидетельствуют о чрезмерной эксплуатации этого вида рыбы в лимане. Величина *MSY*, которую рекомендуется принять в качестве объема допустимого улова, составляет 813 т при оптимальной средней промысловой длине особей карася в улове – 18,5-19 см.

Величина биомассы запаса карпа не снижалась ниже $B_{MSY}$ в течение исследуемого периода, а уровень эксплуатации в 2018-2021 гг. приблизился к оптимальному значению. По данным экспертных оценок с учетом объемов ННН и любительского вылова, величина *MSY* карпа определена на уровне 92,7 т. Оптимальная средняя длина в улове – 39,9 см.

Эксплуатация запаса леща превышала оптимальную в последние годы и осуществлялась в крайне нерациональном режиме. *MSY* леща составляет 148 т. Средняя промысловая длина не должна быть ниже 30 см. Результаты *LB-SPR* анализа указывают на чрезмерную эксплуатацию этого вида рыбы в Днестровском лимане.

Величина *MSY* тарани составляет 57,7 т. По данным *LB-SPR* анализа эксплуатация тарани остается на относительно умеренном уровне (28%).

Запас судака находится в неудовлетворительном состоянии. Величина биомассы существенно ниже критического значения $Bpa = 0{,}5 \cdot B_{MSY}$. Вылов судака не должен превышать 5 т.

Регулирование промысла путем ограничения применения орудий лова при строгом соблюдении требований Правил (1998) и Режимов промыслового рыболовства являются наиболее эффективными методами восстановления численности и рационального использования запасов водных биоресурсов Днестровского лимана.

## Использованные источники


1. Бушуєв С.Г., Снігірьов С.М. 2020. Організація рибальства в Нижньому Дністрі і в Дністровському лимані (аналітичний огляд). *Морський екологічний журнал*. 1: 53-63.
2. Старушенко Л., Бушуев С. 2001. *Причерноморские лиманы одесщины и их рыбохозяйственное использование.* Одесса: Астропринт.
3. Снігірьов С.М., Леончик Є.Ю., Бушуєв С.Г. 2020. Стан промислових запасів коропа *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758, ляща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), тарані *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) та судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) у Дністровському лимані в 2000 – 2019 рр. *Рибогосподарська наука України*. 1(51): 44-52.
4. Froese R., Demirel N., Coro G., Kleisner K., Winker H. 2017. Estimating fisheries reference points from catch and resilience. *Fish and Fisheries*. 18(3): 506-526.
5. Froese R., Winker H., Coro G., Demirel N., Tsikliras A., Dimarchopoulou D., Scarcella G., Probst W.N., Dureuil M., Pauly D. 2018. A new approach for estimating stock status from length frequency data. *ICES Journal of Marine Science.* 75(6): 2004-2015.
6. Froese R., Pauly D. (eds). 2021. FishBase. World Wide Web electronic publication. – www.fishbase.org, version (06/2021)
7. Gilks W.R., Richardson S., Spiegelhalter D.J. 1996. Markov Chain Monte Carlo in Practice. *Chapman and Hall/CRC,* 504.
8. Goodyear C.P. 1993. Spawning stock biomass per recruit in fisheries management: foundation and current use. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120: 67-82.
9. Schaefer M.B. 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries. *Inter-American Tropical Tuna Commission Bulletin*. 1(2): 23-56.
10. Snigirov S., Kvach Yu., Kutsokon Yu., Zamorov V., Snigirova A., Sylantyev S. 2022. Ecological and taxonomic analysis of the ichthyofauna of the Lower Dniester, the Dniester Estuary and the adjacent Black Sea area. *Acta Zoologica Bulgarica*.74 (2): 245-254.

# WEPP MODELING OF SOIL LOSS AND SEDIMENT DEPOSITION IN THE BALTATA RIVER BASIN

***Ghennadi Syrodoev*[1,2], *Roman Corobov*[1], *Ilya Trombitsky*[1]**
[1]*Eco-Tiras International Association of River Keepers*
*11a, Teatrala Str., Chisinau, 2012, Moldova, e-mail: ecotiras@mail.ru*
[2]*Institute Ecology and Geography*
*1, Academia Str., Chisinau, 2028, Moldova, e-mail: syrodoev_g@rambler.ru*

## 1. Introduction

As was noted in another article, prepared by the authors for this collection [1], modeling and quantification of soil loss and sediments deposition, caused by erosion, are a permanent challenge in natural resources and environmental planning that needs a comprehensive understanding and assessment. One of the tools to simulate these processes in river basins is the *Water Erosion Prediction Project (WEPP)* model [3], especially its geospatial application [4, 6]. In the above mentioned article we also have given a brief description of this model development history as well as the main principles of its functioning. Moreover, the WEPP practical application has been demonstrated on the example of one small tributary of the Baltata River.

Hence, the present article can be practically considered as a certain continuation of that study, which gets rid of authors from a need to repeat the presentation of some methodological approaches to WEPP modeling. The main purpose of this article is to summarize the sequence and results of modeling the average annual soil loss and sedimentation in the Baltata basin on the whole. Because the detailed description of this basin, selected as a study area, was made in the numerous publications (the latest, [7]), in this article, given the objective limitations in its length, such description is absent. For the same reason, we also don't repeat the basic methodical provisions, which are set out in [1], but mainly outline only the content and results of the study.

## 2. Methods

### *2.1. Preparing the DEM*

The reported research was based on the Digital Elevation Model (DEM) of the Baltata River basin, developed in the framework of the Project, under which this research was carried out (see *Acknowledgments*), The DEM in GeoWEPP is required because it is used to delineate the channel network, determine the subcatchments in the watershed, and generate the hillslope (slope, length, etc.) information for WEPP (Fig. 1).

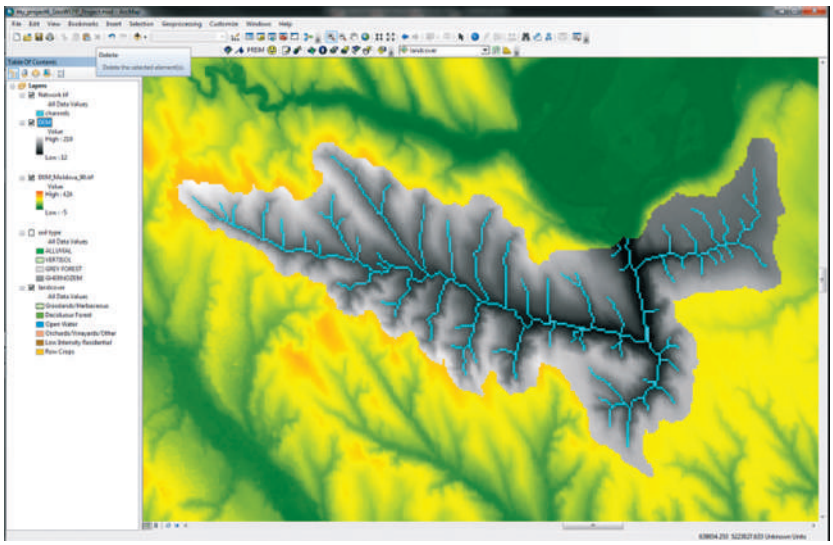


**Fig. 1.** DEM of the Baltata River watershed, uploaded to the ArcMap, with an overlaid drainage network

### *2.2. Preparing the landuse*

The main types of landuse in the Baltata basin are croplands, forests, pastures, meadows, orchards and built-up plots. About 46% of the land is used for crop production, which causes a large load on soil. Orchards

and pastures occupy 13.8% and 11.4%, respectively. Only 17.4% of the basin's area is covered by forests. Among the natural vegetation, the forest-steppe and steppe elements are prevail.

Because the available landuse data, stored as a shape image, cannot be projected properly being loaded into ArcMap [5], they were converted to an ASCI raster text file (Fig. 2). This converting has also a second function: it aligns the raster cells of the landuse layer with those of the DEM.

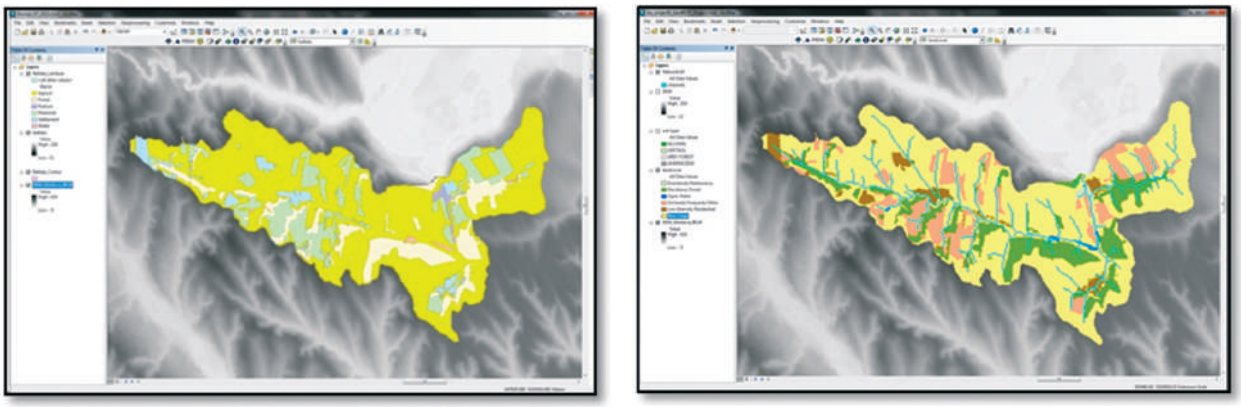


**Fig. 2.** The image of landuse in the Baltata River basin in the shape (left) and ASCII (right) formats

Converting the landuse layer to ASCII, according to GeoWEPP technology, has also required two raster text files that are needed to link the GIS data with the WEPP parameter files used in the simulation process. One of these files links the raster cell values with the landuse description; the second file – with their attributes (Fig. 3).

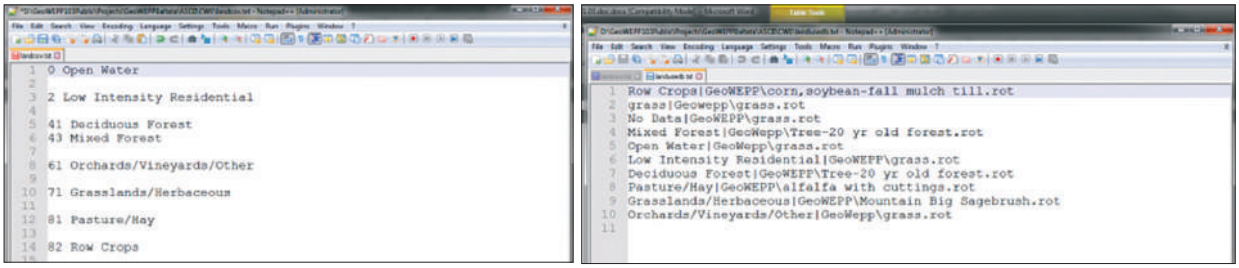



**Fig.3.** WEPP ASCII files of the Baltata watershed land cover description (*Landcov.txt;* left) and its attributes (*landusedb.txt;* right)

### *2.3. Preparing the soil*

The Bălțata River basin belongs to the soil region of leached chernozems, with clear features of their differentiation in altitude. In general, the soil cover is complex and heterogenous, being presented not only by different chernozem subtypes but by forest and alluvial soils as well. However, chernozems are the dominant soil type, covering more than 90% of the basin's area. Due to intensive farming with poorly implemented land protection measures, which are practicated here, more than 29% of local soils are degraded.

The soil data, stored as a shape image, to be projected properly when loaded into ArcMap, were also converted to an ASCI file (Fig. 4). To link the soil GIS data with the WEPP soil parameter files, GeoWEPP also has required two ASCII text files: with soils description and soils attributes (Fig. 5).

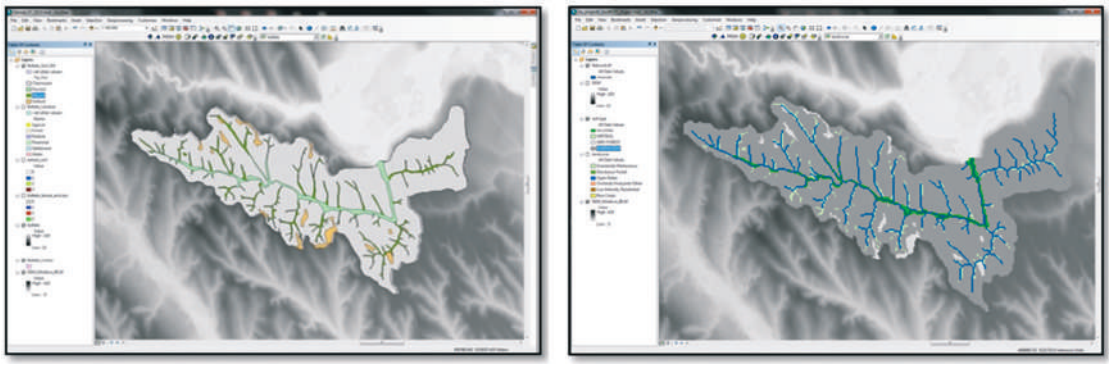


**Fig .4.** The image of soils in the Baltata River basin in shape *(left)* and ASCII *(right)* formats

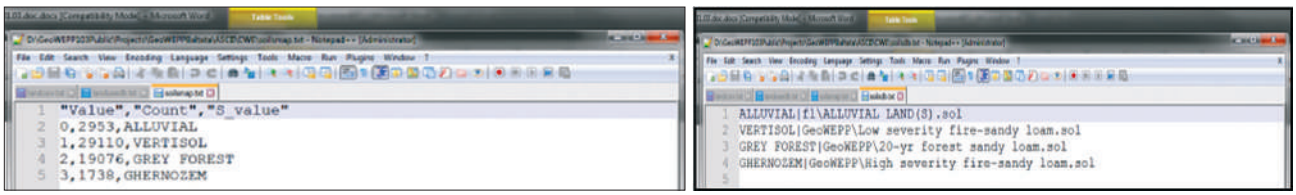



**Fig. 5.** Text files of the Baltata basin soil description (*soilsmap.txt;* left) and their attributes (*soilsdb.txt;* right)

***2.4. Climate information***, needed for the WEPP simulation, was imputed into the model through the *PRISM (Parameter-Regressions on Independent Slopes Model)* – a special tool allowing modifying the historical climate observation to the WEPP software. In particular, in this study climatic observations at Baltata weather station in the last thirty-year period (1981-2020) were used. This step is discussed in detail in [1].

## 3. The network and subcathments generation

The generation of a channel network in the Baltata watershed was based on its DEM, with using 100 ha as the *Critical Source Area* (CSA) and 3000 m – as the *Minimum Source Channel Length* (MSCL) (Fig. 6). CSA is the minimum area needed to generate a channel; MSCL is the shortest distance the first order channel needs to travel before it converges with another channel [5]. The watershed delineation ends with selecting an outlet point, as a cell with only one channel flowing into it; based on the selected outlet point, GeoWEPP generates the so called subcatchments. In our case, when the object of study was the entire Baltata watershed, the outlet point was selected as the place where this river inflow into Dniester. It is also obvious that when the entire watershed is considered, as the three hillslopes *(source, right and left),* which form the surface runoff into the river main channel, the watershed's upper reach and two riversides should be respectively considered as these hillslopes.

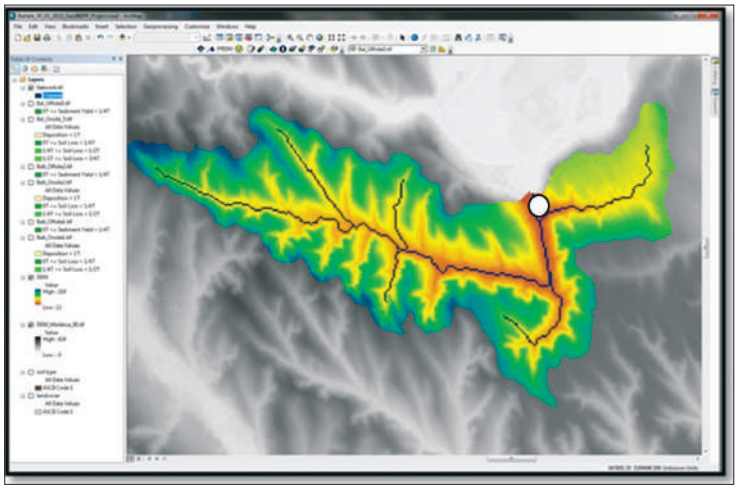


**Fig. 6.** The Baltata watershed network with Critical Source Area (CSA) of 100 ha and Minimum Source Channel Length (MSCL) of 3000 m. White circle – outlet point/

## 4. Results and discussion

Generally, in the process of WEPP simulation two fundamental tasks are implemented: *runoff modeling* and *erosion/transport modeling.* The simulation process links profiles of hillslopes (in WEPP they also are understood as small watersheds, or sub-catchments) to the river channel network [5]. The runoff modeling on hill slopes is required to obtain the volumes of water infiltration and surface runoff, which are a driving force in the soil detachment by flowing water in rills and channels. On the whole, all three stages of soil erosion (detachment, transport and deposition) are quantified, using the rill–inter-rill concept of sediment detachment [3].

As for *sediments simulating*, the WEPP provides two alternatives: *Watershed Method* (also called *offsite simulation)* and *Flowpath Method (onsite simulation).* The first method provides sediment simulation and soil loss, the second method – soil loss only [5]. In the present study both methods were employed.

### *4.1. WEPP offsite simulation of sedimentation in the Baltata watershed*

The *offsite method* and its report provide the WEPP simulation results measured at the watershed outlet point and reflect modeled sediment values contributed both by the watershed's hillslopes and channels. The *offsite* report focuses mainly on the sediment yield delivered through channels to the outlet point from representative hillslopes. In Table 1 and Table 2, as an example, there are shown results of WEPP offsite simulation for four Baltata watershed's hillslopes (from 28 on the whole) and four channel (from 10 on the whole) outlets. The total area contributing sediments to outlets equal 14,062 ha.

**Table 1. Average annual sediment values for hillslopes in the Baltata watershed**

| Hill slopes | Runoff volume, $m^3$ | Subrunoff volume, $m^3$ | Soil loss, Kg | Sediment deposition, kg | Sediment yield, kg |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 15148.00 | 23.19 | 0.00 | 20587.0 | 200590.65 |
| **2** | 14783.67 | 36.24 | 0.00 | 18231.3 | 18231.28 |
| **3** | 7140.20 | 5.67 | 1114.2 | 0.00 | 0.00 |
| **…** | … | … | … | … | … |
| **28** | 13780.34 | 34/44 | 0/00 | 17367.0 | 17366/8 |

**Column definition**: ***Hillslopes****:* the WEPP hillslope being reported; ***Runoff and Subrunoff Volumes:*** the amount of runoff from each hillslope; ***Soil Loss*****:** the amount of soil loss recorded for each hillslope; ***Sediment Deposition*****:** the amount of soil deposition recorded for each hillslope; ***Sediment Yield*****:** the amount of sediment yield recorded for each hillslope at the outlet point.

**Table 2. Average annual sediments values from the channels outlet in the Baltata watershed**

| Channels | Discharge value, $m^3$ | Sediment vield, ton | Soil loss, Ton | Upland charge, $m^3$ | Subsurface flow, $m^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 36777.9 | 11.0 | 0.0 | 36668.6 | 0.0 |
| **2** | 105847.8 | 40.6 | 0.0 | 107167.0 | 0.0 |
| **3** | 221955.5 | 32.5 | 713.4 | 224715.4 | 0.0 |
| **…** | … | … | … | … | … |
| **10** | 116060.9 | 8.7 | 0.0 | 117209.8 | 0.0 |

**Column definition**: ***Channels*****:** the WEPP channel being reported; ***Discharge Volume:*** the amount of water, discharged from the WEPP channel; ***Sediment Yield*****:** the sediment yield from the channel; ***Soil loss****:* soil loss from channel; ***Uplland charge****:* the amount of water entering the canal from hillslopes; ***Subsurface flow***: underground water flow.

In addition to estimating the volume of sediments, the WEPP offsite simulation estimates their qualitative composition by five classes of sediment particles (Table 3). The distribution (fragments) of primary particles and organic matter *(OM)* in the eroded sediments is as follows: *clay* – 0.063; *silt* – 0.124; *sand* – 0.813; organic matter – 0.038. Two other indexes that are not shown in Table 3 are: the index of specific surface (SSA), which expresses a property of solids and is defined as the total surface area of a material per unit of mass, amounts 34.63 $m^2/g$ of total sediments; Enrichment ratio of specific surface index is 2.50.

**Table 3. Information on sediment particle leaving channel**

| Class | Diameter, mm | Specific gravity | Particles composition, % | | | | *Existing fraction* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | *Sand* | *Silt* | *Clay* | *O.M.* | |
| ***1*** | 60.0 | 2.60 | 0.0 | 0.0 | 0.002 | 100.0 | 0.021 |
| ***2*** | 0.010 | 2.65 | 0.0 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.025 |
| ***3*** | 0.030 | 1.80 | 0.0 | 66.2 | 33.8 | 20.3 | 0.109 |
| ***4*** | 0.300 | 1.60 | 85.6 | 11.6 | 2.6 | 1.5 | 0.226 |
| ***5*** | 0.200 | 2.65 | 100.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.619 |

**Column definition**: ***Class***: particle class; ***Particle Diameter*****:** diameter of particle measure in mm; ***Specific Gravity:*** specific gravity of particle; ***Particle Composition*****:** percents of sand, silt, clay and organic matter in particle; ***Exiting Fraction*****:** Fraction of particles exiting in flow in the outlet point.

On the whole, the WEPP model estimated the average annual deliveries from the entire Baltata watershed area, contributed to its outlet, as follows:

- water discharge from outlet – 0.001 $km^3$
- sediment discharge from outlet – 5432.2 ton/yr
- sediment delivery per unit area – 0.4 t/ha/yr
- sediment delivery ratio for watershed – 0.880.
- total hillslope soil loss – 2314.6 ton/yr
- total channel soil loss – 3855.8 ton/yr

Thus, according to the modeling results, about 90% of the sediments, formed in the Baltata catchment in 1991-2020, enter the Dniester River. However, in our case, this figure reflects only a certain hypothetical situation, when the Baltata flow would be determined only by the purely physical and geographical conditions of its watershed, not disturbed by anthropogenic interference. A real situation is completely different, espe-

cially if to take into account the presence of three isolated reservoirs created in the Baltata riverbed. It can be expected that most sediments settle in these reservoirs.

Judging by the map of WEPP offsite simulation (Fig. 7), the annual sediment delivery (0.4 t/ha/yr) has a fairly even distribution by territory. In most of the watershed area, the annual sediments per hectare are less than 1/4 ton, followed by areas with sediments from 1/4 to 1/2 ton, and only in the lower part of the riverbed they reach 1-2 tons.

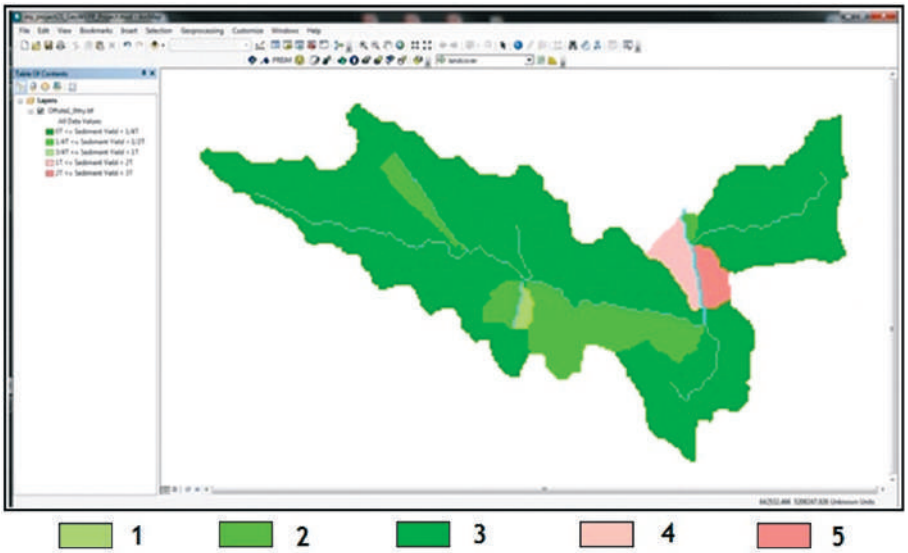



**Fig. 7.** Map of WEPP offsite simulation of average annual sediments distribution in the Baltata River basin in 1990-2010.

*Sediment Yield (ton):*
*1. 0 < =Yield < j*
*2. 1/4 <= Yield < 1/2*
*3. 1/2 <= Yield < 1*
*4. 1.0 <= Yield < 2.0*
*5. 2.0 <= Yield < 3.0*

### *4.2. WEPP onsite (flowpath) simulation*

The WEPP onsite or flowpath method provides simulation measured for a river watershed, and its simulation results are focused on the *soil loss* occurring within each hillslope, or sub-watershed (Table 4). Estimation of the sediment yield information is not provided here, and this information can be found in the above offsite report.

**Table 4. Flowpass summary of soil loss simulation in the Baltata watershed**

| Hill slope | Area. ha | Runoff. $m^3$/yr | Soil loss, ton/yr | Sediment yield, ton/yr | Mapping, ton/ha/yr | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Soil loss | Sediment |
| ***Left*** | 1185 | 113425 | 14167 | n/a/ | 12.0 | n/a/ |
| ***Right*** | 337 | 80496 | 6276 | n/a/ | 18.6 | n/a/ |
| ***Source*** | 147 | 24181 | 1099 | n/a. | 7.5 | n/a. |

The total value of hillslopes soil loss (~21542 ton/yr) is a lot more than that, obtained by watershed method (~6170 ton/yr). Moreover, the flowpath simulation results in a high degree of soil loss details across the basin. The corresponding map of soils loss and deposition in the Baltata watershed, identified by WEPP flowpath simulation, is shown in Fig. 8.

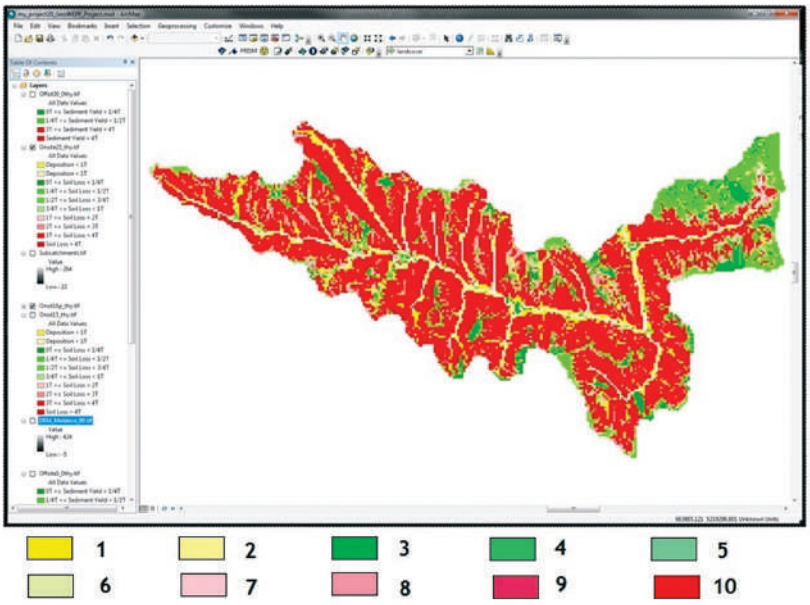



**Fig. 8.** Map of the WEPP onsite simulation of average annual soil loss and deposition in the Baltata River basin in 1990-2020.
*Soil deposition (ton):*
*1. > 1.0; 2. <1.0*

*Soil loss (ton)*
1. 0 <= Loss < j
2. 1/4 <= Loss < S
3. 1/2 <= Loss < 3/4
4. 3/4 <= Loss < 1
5. 1.0 <= Loss < 2.0
6. 2.0 <= Loss < 3.0
7. 3.0 <= Loss < 4.0
8. > 4 ton

## Conclusion

The carried out study has clearly demonstrated the enormous potential of hydrological modeling for assessing the scale and spatial distribution of water erosion in small river basins. Undoubtedly, the development and wide use of this method can not only supplement, but sometimes replace the existing expensive and labor-intensive field experiments, which is especially important under the current state of national science. The WEPP model is a good tool for solving such problems.

However, the wide use of this model in the Moldova conditions is possible only with the creation of appropriate and freely accessible databases on soils, land use and climate for the country entire territory. Otherwise, without such WEPP model adaptation to specific national conditions its application will remain only at the level of individual experiments.

With regard to the results of this study, the following should be also noted. In the Baltata River's main channel there are three reservoirs formed by dams. Therefore, the sediments, created in its catchment are accumulated and transported not only in the Baltata mainstream, but also deposited in these reservoirs. Considering that 65% of the surface runoff, generated in the basin, accumulates in these reservoirs [2, 7] it can be assumed that the total volume of sediments and soils loss, which can potentially enter the Dniester River, should be reduced by the indicated percentage.

**Acknowledgments:** The current work was realized in frames of the Joint Operational Black Sea Programme 2014-2020, the Project BSB 963 "Protect-Streams-4-Sea", with the financial assistance of the European Union. The content of this publication is the sole responsibility of the authors and in no case should be considered to reflect the views of the European Union.

## References

1. Corobov R., Syrodoev G., Trombitsky I., 2022: WEPP model as a tool for assessing the soil loss and sediment deposition in a river basin. This collection, pp. 129-134
2. Corobov, R., Sîrodoev, G., Trombitsky. I., 2021: Hydrological modeling of small river flow and its anthropogenic transformation in Moldova. Proceedings of the 6th All-Russian Scientific Conference «Problems of Ecology of the Volga Basin» («VOLGA-2021»). Issue 4. – Nizhny Novgorod: *URL: http://vf-river-more.rf/ECO/2021/PDF_ECO/eco16.pdf*
3. Flanagan D.C. and M.A. Nearing (eds). 1995: USDA-Water Erosion Prediction Project Hillslope Profile and Watershed Model Documentation. NSERL Report No. 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, Indiana, 298 p.
4. Flanagan D. C., J. R. Frankenberger, T. A. Cochrane, C. S. Renschler, W. J. Elliot, 2013: Geospatial Application of the Water Erosion Prediction Project (WEPP) Model. *Transactions of the ASABE* 56(2): 591-601
5. Minkowski M. and C. Renschler, nd: *GeoWEPP for ArcGIS 9.x Full Version Manual (for GeoWEPP Version 2.2008 or earlier).* Department of Geography, The State University of New York at Buffalo. 129 p. Available at: *https://moam.info/queue/geowepp-for-arcgis-9x-full-version-manual_599b6c761723dd0e40b19023.html*
6. Renschler C. S. Flanagan D. C., Bernard A. Engel B.A. and Frankenberger J.R., 2002: GeoWEPP-The Geo-spatial interface for the Water Erosion Prediction Project. *ResearchGate,* DOI: 10.13031/2013.10418
7. Sîrodoev, I.; Corobov, R.; Sîrodoev, G.; Trombitsky, I, 2022: Modelling Runoff within a Small River Basin under the Changing Climate: A Case Study of Using SWAT in the Baltata River Basin (The Republic of Moldova). *Land* 11, 167. *https://doi.org/10.3390/land11020167*

# CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA BIODIVERSITĂȚII ȘI STRUCTURII COMUNITĂȚILOR DE MAMIFERE DIN REZERVAȚIA PEISAGISTICĂ „TELIȚA", REPUBLICA MOLDOVA

***Veceslav Sîtnic***
*Institutul de Zoologie*
*str. Academiei, 1, Chișinău 2028, Republica Moldova*
*Tel. 37322739786, e-mail:sitnicv@gmail.com*

## Introducere

Biodiversitatea are o deosebită importanță în menținerea vieții pe Tera. În cazul dispariției unei specii, nișa ei ecologică este substituită prin altă specie din același nivel trofic. Biodiversitatea reprezintă un factor stabilizator al ecosistemelor. Diversitatea comunităților de animale, în general, și a mamiferelor, în special,

este un parametru de bază al ecologiei animalelor, având o mare importanță teoretică, dar și practică pentru societate [6]. Importanța teoretică a studierii biodiversității constă în posibilitatea elucidării mecanismelor de formare a structurii comunităților și ecosistemelor, iar cea practică – în faptul că reprezintă o sursă materială pentru civilizație [9]. Conservarea diversităţii animalelor și utilizarea resurselor naturale, în general, și a mamiferelor, în particular, constituie o premisă de bază pentru existenţa civilizaţiei [4]. În acest context este imperios necesar studiul ecologiei şi aspectelor evolutive ale mamiferelor în ecosistemele naturale şi antropizate sub influenţa modificărilor antropice şi schimbărilor climatice. S-a discutat mult despre principalele cauze ale pierderii biodiversităţii, cum ar fi schimbările climatice, modificarea habitatelor, supraexploatarea resurselor naturale, introducerea şi răspândirea speciilor alogene invazive, însă problema pierderi biodiversităţii s-a agravat [6]. Insularizarea ecosistemelor naturale au izolat grupuri mici de animale a unor specii mai puţin mobile de mamifere, care în lipsa de contact cu alţi indivizi ai speciei respective, nu se reproduc şi, în consecinţă, sunt supuşi dispariţiei. Biotopurile cu condiții extremale sunt populate de speciile cu o specializare îngustă și cu un efectiv majorat [8]. Procesele menționate se manifestă pregnant în ariile naturale protejate [7]. Prezența unor specii de mamifere este indicată în Atlasul speciilor de vertebrate (mamifere, reptile, amfibieni, pești) incluse în Cadastrul regnului animal al Republicii Moldova [3]. Conform cercetărilor anterioare, efectuate în rezervația peisagistică „Telița”, au fost identificate 26 specii de mamifere, din care incluse în Cartea Roşie a Moldovei – 3 specii [2], anexele Convenţiei de la Berna – 11 specii, Directiva Habitate, Anexa IV – 4 specii [1]. Scopul lucrării a fost identificarea speciilor de mamifere și studiul diversității lor în rezervația peisagistică „Telița” cu o analiză a parametrilor ecologici de bază ce caracterizează aria protejată.

Pentru a redresa situația în privința biodiversității e absolut necesar ca omul să conştientizeze pericolul care îl amenință, dacă se va reduce numărul speciilor.

## Materiale şi metode

Cercetările în rezervația peisagistică „Telița” au fost efectuate pe parcursul anilor 2020-2022, selectându-se terenurile-probe în diferite tipuri de biotopuri cu diferit grad de eterogenitate. Rezervația peisagistică studiată este localizată în raionul Anenii Noi, întreprinderea pentru silvicultură Chişinău, ocolul silvic Anenii Noi (parcelele 6-7) [1]. Este amplasată la est de localitatea Telița, la nord se învecinează cu localitatea Speia, la vest – cu localitatea Telița Nouă și are ca hotar la est fluviul Nistru. Suprafaţa rezervaţiei este de 124 ha. Altitudinea absolută: maximă – 200 m, minimă – 10 m, medie – 105 m, diferenţe de nivel – 40 (10-50) m, limite de înclinări – 5º-30º, expoziţii predominante – SV, NE, E, N. Aria protejată este amplasată în partea de sud-est a ţării, la 25 km spre nord-vest de mun. Bender şi la 35 km spre est de m. Chişinău, în limitele Câmpiei Bâcului de Jos, în lunca Nistrului [1]. După relief reprezintă lunca Nistrului cu un impact neînsemnat al proceselor naturale şi antropogene. Rezervația cuprinde o pantă abruptă a Nistrului. Pe teritoriu au fost identificate următoarele tipuri de ecosisteme: stepe, păduri, poiene şi liziere, lunci, vegetaţie acvatică şi palustră. Panta este acoperită cu pădure de gorun, stejar pufos, vișin turcesc și păr de Dobrogea. Au fost înregistrate următoarele tipuri de formaţiuni silvice: stejărete pure de stejar pedunculat (92%); șleauri de luncă (4%); plopişuri pure de plop alb (4%) [1]. Fragmentul de pădure de stejar este amplasat pe versantul abrupt spre fluviul Nistru cu poieni, în apropiere de malul fluviului pădurile de stejar se transformă în fâşii de frasin şi plop, iar după aceasta în păduri de salcie. Sunt prezenţi arbori seculari. Vârsta medie sau limitele medii de vârstă a arboretelor constituie 40-95 ani.

Pentru realizarea obiectivelor trasate au fost utilizate metode de cercetare în natură ce ţin de caracteristica indicilor ecologici structurali: metoda traseelor, metoda pătratelor [5]. S-a calculat indicele efectului de margine [9]. Determinarea componenţei specifice şi abundenţei speciilor de mamifere mici a fost efectuată prin metoda de apreciere relativă a efectivului numeric – capcane-nopţi, iar a mamiferelor carnivore și copitate – pe parcelele de probă, după amprente şi activitatea trofică [5]. Densitatea mamiferelor carnivore a fost apreciată, ținând cont de mărimea relativă a sectoarelor individuale de activitate. Evaluarea numerică absolută a fost efectuată prin utilizarea capcanelor (patru linii a 25 capcane cu intervalul de 20 m) pe sectoare de probă cu suprafaţa de 1 ha pe un termen de 5 zile [5]. La animalele capturate s-au înregistrat următorii parametri: specia, sexul, vârsta, starea fiziologică şi de reproducere.

Pentru caracteristica distribuţiei biotopice a speciilor s-a utilizat indicele frecventei F = 100*p/P, unde *P* – numărul de probe, *p* – probele in care este prezenta specia şi dominanţei speciei D = 100*n/N, unde *n* – numărul de indivizi ai speciei *i* in proba, *N* – numărul total de indivizi [5]. Ambii indici au expresie procentuala. Pentru evidenţierea poziţiei speciei sau grupului taxonomic în biocenoză s-a calculat semnificaţia

ecologică ($W_A$) conform formulei $W_a = F_a \cdot D_a/100$, unde $F_A$ – frecvenţa grupei$_a$ şi $D_a$ – indicele de abundenţă. Speciile sau grupurile taxonomice cu semnificaţia de până la 1% în cenozele analizate se consideră accidentale; 1,1 – 5% – accesorii; 5,1-10% – caracteristice şi W > 10% – constante pentru biocenoza caracterizată. Indicele efectului de margine s-a determinat conform formulei: EI = (T+P)/2Aπ, unde T+P – perimetrul total al suprafeţei plus lungimea hotarelor liniare interne ale acestei suprafeţe, A – suprafaţa şi π=3,14. Diversitatea comunităţilor s-a calculat, folosind indicii diversităţii specifice, echitabilităţii şi diversităţii Simpson, bogăţiei specifice [9]. Analiza statistică şi interpretarea grafică a rezultatelor s-a efectuat folosind pachetul de programe Statistica Workbook, Microsoft Excel, Word. În cercetări s-a utilizat următorul echipament: sisteme optice de cercetare, capcane de prins pe viu, capcane pocnitoare Hero.

## Rezultate şi discuţii

Fauna de mamifere din rezervația peisagistică „Telița" este constituită din 26 de specii din următoarele ordine:

1) Insectivora – arici (*Erinaceus roumanicus),* cârtiță (*Talpa europaea*)*,* chițcan comun (*Sorex araneus*), chițcan mic (*S. minutus*), chițcan de câmp (*Crocidura leucodon*), chițcan de grădină (*Crocidura suaveolens*);
2) Rodentia – șoarece de câmp (*Microtus arvalis*), șoarece est-european (*Microtus rossiaemeridionalis*), șoarece de casă (*Mus musculus*), șoarece de mișună (*Mus spicilegus*), șoarece de pădure (*Apodemus sylvaticus*), șoarece gulerat (*Apodemus flavicollis*), șobolan de câmp (*Apodemus agrarius*), șoarece de pajiște (*Apodemus uralensis*), grivanul cenușiu (*Cricetulus migratorius)*, pârș de pădure (*Driomys nitedula)*, pârșul comun (*Myoxis glis)*, șoarece scurmător (*Clethrionomys glareolus*);
3) Carnivora – pisică sălbatică (*Felis silvestris*), dihore de pădure (*Mustela putorius*), nevăstuică (*Mustela nivalis),* jder de pădure (*Martes martes*), jder de piatră (*Martes foina*), vulpe (*Vulpes vulpes*),
4) Lagomorfa – iepure de câmp (*Lepus europaeus*);
5) Artiodactyla – căprior (*Capreolus capreolus*). Din speciile incluse în Cartea Roșie, ediția a III-a menționăm *Crocidura leucodon, Felis silvestris, Martes martes*.

Din speciile caracteristice de mamifere au fost identificate *Talpa europaea* L., *Dryomys nitedula* Pallas, *Apodemus sylvaticus* L., *A. flavicollis* Melchior, *Mustela nivalis* L., *Capreolus capreolus* L., *Vulpes vulpes* L. Urmare a secetei catastrofale în anul 2022 n-a fost întegistrată prezența speciilor de soricide.

În rezervație valoarea indicelui efectului de margine în biotopul de luncă este 0,18, iar în cel silvic – 0,42. S-a stabilit ponderea rozătoarelor în funcție de predilecția față de biotop: lunca –18,4%, ecoton – 42,4% și pădurea – 35,2%. Dacă primăvara indicele echitabilității Simpson în biotopurile studiate constituia respectiv luncă – 0,27; ecoton – 0,39 și pădure – 0,32, ulterior, în perioada de toamnă, s-a înregistrat o creștere considerabilă a acestui indice, diversitatea fiind respectiv 0,34; 0,56; 0,4.

Din speciile de mamifere mici înregistrate cea mai mare dominanță (38% și 25%) o au speciile *A.flavicollis* și *A.agrarius*, iar frecvența lor este 30% și 25% (tab.1). Prima specie are o semnificație ecologică constantă (17,8%), iar cea de-a doua accesorie (4%). Ele sunt succedate de *C.glareolus*, pentru care s-au înregistrat valorile de 13,5% și 25% ale parametrilor menționați, ea fiind o specie caracteristică (5,4%). (tab.1).

**Tabelul 1. Indicii ecologici (%) ai speciilor de rozătoare mici**

| Specia | Dominanța | Frecvența | Semnificația ecologică |
|---|---|---|---|
| *A.uralensis* | 4 | 30 | 1,8 |
| *A.sylvaticus* | 11 | 45 | 5,4 |
| *A.agrarius* | 25 | 25 | 4 |
| *A.flavicollis* | 38 | 30 | 17,8 |
| *M.musculus* | 1 | 5 | 0,1 |
| *M.spicilegus* | 3 | 10 | 0,5 |
| *C.glareolus* | 13,5 | 25 | 5,4 |
| *M.arvalis* | 2 | 7 | 0,35 |
| *M.rossiaemeridionalis* | 1 | 3 | 0,06 |
| *Cr.migratorius* | 1 | 1 | 0,01 |
| *D.nitedula* | 0,5 | 1 | 0,005 |

Efectuând o analiză a indicilor bogăţiei specifice a rozătoarelor, s-a stabilit cea mai mare diversitate specifică la ecotonul pădure-luncă (1,85), fiind urmat de ecotonul pădure-poiană (1,57). Indicele capacităţii de suport este maximal la ecotonul pădurii lunca (11,0), urmat de ecotonul pădure-poiană (8,9%). Factorii de mediu au o influenţă direct proporţională asupra diversităţii biologice [9]. Tensiunea concurenţională interspecifică se intensifică în condiţii optime ale mediului. Totalitatea speciilor influenţează altă specie ca factor limitativ sau reglator. Din această cauză efectivele speciei respective tind să se micşoreze.

S-a determinat indicele adaptării antropice [9] a speciilor de mamifere mici. Cele mai mari valori ale acestui parametru s-au înregistrat pentru *Apodemus sylvaticus* (14,5%) şi *A.uralensis* (2,2%). Indicele adaptării antropice pentru ecotonul pădure-luncă (45%) îl depăşeşte pe cel calculat pentru pârloagă (38,8%), fapt ce denotă o adaptare mai mare în zona de ecoton. Indicele de similaritate pentru ecosistemele pădure, ecoton şi luncă constituie 0,72.

*Sorex araneus* manifestă predilecţie faţă de sectoarele cu stejari, cu arbuşti şi litieră abundentă. *Sorex minutus* a fost semnalat mai rar comparativ cu chiţcanul comun în sectoarele umede, cu vegetaţie ierboasă abundentă. *Crocidura leucodon* se întâlneşte în terenuri defrişate cu trunchiuri doborâte, fiind o specie vulnerabilă cu tendinţe de creştere a efectivului populaţiei [2]. Prezenţa speciei *Lepus europaeus* a fost înregistrată la lizieră, foarte rar – în adâncul pădurii. *Apodemus sylvaticus* este distribuită în sectoarele periferice ale pădurii. *Apodemus flavicollis* este o specie dominantă, dar şi frecventă, cu o semnificaţie ecologică constantă, care prin intermediul fâşiilor forestiere a pătruns şi în agrocenoze. *Felis silvestris* se întâlneşte foarte rar, cu preponderenţă în parcelele cu stejar şi arbuşti. *Mustela putorius* preferă lizierele limitrofe cu agrocenozele, iar în adâncul pădurii a fost observat mai rar. *Martes martes* este o specie foarte rară. *Vulpes vulpes* a fost observată pe pante, la lizieră, dar şi în adâncul pădurii. Efectivul ei depinde direct de densitatea rozătoarelor. *Capreolus capreolus* preferă sectoarele luminoase cu vegetaţie ierboasă abundentă. Densitatea mamiferelor carnivore în rezervaţie raportată la 1000 ha este: *Vulpes vulpes* – 4 indivizi, *Meles meles* – 2, *Martes martes* – 1, *Martes foina* – 2, *Mustela putorius* – 4, *Mustela nivalis* – 11, *Felis silvestris* – 1.

Rezervaţia prezintă un interes mare din punct de vedere al diversităţii floristice şi faunistice, fiind o zonă de interferenţă a pădurilor central-europene cu cele submediteraneene. Protecţia diverselor speciilor de plante şi animale rare luate sub ocrotirea statului este condiţionată de limitarea activităţilor de gestionare a sectoarelor de pădure şi a celor de stepă. Este înalt factorul de deranj din partea populaţiei locale şi a persoanelor, care se odihnesc pe acest teritoriu. Pe teritoriul rezervaţiei nu se aplică măsuri de protecţie specială. Protecţia mamiferelor este insuficientă. Din pericole şi factori nefavorabili e necesar de menţionat tăierile pădurii, braconajul, tăierea arborilor scorburoşi, curăţarea lizierei pădurii de arbuşti, nimicirea aglomeraţiilor vegetale. Este posibilă folosirea teritoriului pentru colectarea plantelor medicinale; folosirea în cadrul ecoturismului cu scopul de a face observaţii asupra landşaftului şi speciilor rare de plante în perioada de dezvoltare în masă. Sunt condiţii favorabile pentru mărirea efectivului de căprior. Rezervaţia prezintă o valoare socială şi economică foarte mare.

## Concluzii

Fauna de mamifere din rezervaţia peisagistică „Telița” este constituită din 26 de specii, incluse în 5 ordine. Valoarea indicelui efectului de margine în biotopul de luncă este 0,18, iar în cel silvic – 0,42. Primăvara indicele echitabilităţii Simpson în biotopurile studiate constituia respectiv luncă – 0,27; ecoton – 0,39 şi pădure – 0,32, iar în perioada de toamnă, s-a înregistrat o creştere considerabilă a acestui indice, diversitatea fiind respectiv 0,34; 0,56; 0,4.

Rezervaţia prezintă un interes mare din punct de vedere al diversităţii floristice şi faunistice. Protecţia mamiferelor este insuficientă.

*Lucrarea a fost efectuată în cadrul proiectului Program de Stat 20.80009.7007.02*

## Bibliografie

1. *Andreev A., Bezman-Moseiko O., Bondarenco A., Budzhak V., Cherevatov V., Chiornei I., Derjanschi V., Ghendov V., Jurminschi S., Izverskaia T., Kotomina L., Kovalenco D., Mantorov O., Medvedenco D., Munteanu A., Redcozubov O., Romanciuc A., Rusciuc A., Rusciuc V., Sîrodoev Gh., Şabanova G., Skilskyi I., Sotnikov V., Şuberneţki O., Talmaci I., Tişenkov A., Tişenkova V., Ţurcan V.* Registrul zonelor nucleu ale Reţelei Ecologice Naţionale a Republicii Moldova. BIOTICA, 2012, 495 p.
2. Cartea Roşie a Republicii Moldova, ed. III-a. Chişinău „Ştiinţa”, 2015, p. 236-265.
3. *Munteanu A., Nistreanu V., Turcanu V., Corcimaru N., Cebanu A., Moşu A., Romanescu V., Bondarenco A., Andreev*

*S., Larion A., Sîtnic V.* Atlasul speciilor de vertebrate (mamifere, reptile, amfibieni, peşti) incluse în cadastrul regnului animal al Republicii Moldova. Chişinău, S.n., „Elan Poligraf”, 2013, 100 p.
4. Natura Rezervației „Plaiul Fagului”. Chișinău, Rădenii Vechi, 2005, 431 p.
5. *Nistreanu V., Savin A., Țurcan V., Larion A., Paladi V., Sîtnic V.* Metode de cercetare în teren a faunei de vertebrate terestre. Indicație metodică. Chișinău, 2021, 64 p.
6. *Sîtnic V.* Catastrophic impact of drought from 2015 upon mammal diversity from „Hîrbovăț” Landscape Reserve. International Zoological Congress of Grogore Antipa Museum. Bucharest, 2015, p.178.
7. *Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К.* Экология. Особи, популяции и сообщества. М. Мир, 1989. Т. 1. 667 с., Т. 2. 477 с.
8. *Гашев С. Н.* Млекопитающие в системе экологического мониторинга (на примере Тюменской области). Автореф. докторск. дисс. Тюмень. 2003. 50 с.
9. *Одум Ю.* Экология. М. Мир, 1986. Т. 1. 328 с., Т. 2. 376 с.

# ТАКСАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛЮСОВЫХ И НОРМАЛЬНО-ЛУЧШИХ ДЕРЕВЬЕВ *QUERCUS ROBUR* L. И *POPULUS TREMULA* L. НА ТЕРРИТОРИИ ГОСЛЕСФОНДА ПРИДНЕСТРОВЬЯ

***[1]Олег Тимин, [1]Александр Усенко, [2]Ольга Тимина***
*[1]ГУ «Республиканский научно-исследовательский институт экологии и природных ресурсов»*
*[2]Приднестровский государственный университет им.Т.Г. Шевченко*
*Каховский тупик 3, Бендеры 3300, Молдова, Приднестровье*
*Тел.(+373 777 80773; +373 775 26546 otimin@mail.ru; otimina@mail.ru)*

## Введение

Лес – национальное богатство и исчерпаемый природный ресурс, возобновление которого напрямую зависит от хозяйственной деятельности человека. Повышение продуктивности лесов является актуальной государственной задачей, решение которой отвечает концепции устойчивого развития для всех регионов Молдовы. Известно, что селекция и семеноводство лесных культур – это основа повышения биологической продуктивности лесов [1], по результатам которой строятся обоснованные методы ведения лесного хозяйства. Как правило, строгий отбор семенных деревьев приводит к значительному улучшению создаваемых лесных насаждений, обеспечивая повышение продуктивности на 10-15% [7]. До настоящего времени в Приднестровье системная селекционная работа с проверкой по потомству с дубом черешчатым (*Quercus robur L.*) и представителями рода *Populus L.* (тополей) не проводилась. Цель наших исследований – создание особо ценных популяций коренных культур дуба черешчатого и представителей рода *Populus*. В связи этим, прежде всего, необходимо было уточнить состояние естественных насаждений *Quercus* и *Populus* и провести паспортизацию плюсовых деревьев на территории Приднестровья.

## Материалы и методы

Объектами исследований являлись кандидаты в плюсовые и нормально-лучшие деревья дуба черешчатого и осины в насаждениях естественного происхождения на территории Гослесфонда (ГЛФ) Приднестровья. Отбор в кандидаты в нормально-лучшие [5] и плюсовые деревья проводился согласно рекомендациям [2], а также на основе лесотипологических планов [9] и очерков [10]. За текущий период обследованы Кицканское, Рашковское лесничества, урочище «Буторы» и частично – Семеновский лес. Фиксацию деревьев-кандидатов в натуре осуществляли путем нанесения пояска белой краской на ствол по длине окружности или затесок на коре резаком. Дополнительно с помощью системы глобального позиционирования приемника Garmin GPS 64st определялась текущая географическая координата на земной поверхности. Предварительную паспортизацию кандидатов нормально-лучших и плюсовых деревьев дуба черешчатого и осины проводили согласно правилам [8] с использованием мерной вилки и высотомера Silva ClinoMaster.

## Полученные результаты

***Quercus robur***

Обследование кварталов и выделов проводили на основе таксационных описаний материалов лесоустройства с разделением на различные эдафотипы дуба на территории гослесфонда Приднестровья (Табл. 1). Исходя из проанализированных таксационных характеристик, можно выделить следующие экологические типы кандидатов в нормально-лучшие и плюсовые деревья дуба черешчатого: пойменный и лесостепной формы с различными условиями гигротопа $Д_1$, $Д_2$. В частности, бонитет дуба черешчатого II класса лесостепной формы в Рашковском лесничестве, обусловлен произрастанием на черноземах оподзоленных и серых лесных почвах ($Д_1$, $Д_2$), доля в структуре общей площади которых (в данном лесничестве) составляет 32,7% и 21% соответственно.

**Таблица 1. Типы лесорастительных условий и типы почв мест произрастания некоторых кандидатов в плюсовые и нормально-лучшие деревья, 2021г**

| № п/п | Шифр дерева-кандидата | Квартал / выдел | Тип почвы | Тип условий место произрастания | Бонитет насаждений | Возраст насаждений |
|---|---|---|---|---|---|---|
| КИЦКАНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО | | | | | | |
| 1 | К-1/2021 | 26/15 | Пойменная луговая слабослоистая тяжелосуглинистая | $Д_2$ПДК | Ia | 76 |
| 2 | К-5/2021 | 3/4 | Пойменная луговая типичная слабосолончаковатая легкоглинистая | $Д_2$ПДК | I | 96 |
| 3 | К-6/2021 | 3/4 | Пойменная луговая типичная слабосолончаковатая легкоглинистая | $Д_2$ПДК | I | 96 |
| 4 | К-7/2021 | 3/4 | Пойменная луговая типичная слабосолончаковатая легкоглинистая | $Д_2$ПДК | I | 96 |
| 5 | К-8/2021 | 3/4 | Пойменная луговая слитая слабосолончаковатая легкоглинистая | $Д_2$ПДК | I | 96 |
| 6 | К-9/2021 | 3/4 | Пойменная луговая слитая слабосолончаковатая легкоглинистая | $Д_2$ПДК | I | 96 |
| 7 | К-10/2021 | 3/4 | Пойменная луговая слитая слабосолончаковатая легкоглинистая | $Д_2$ПДК | I | 100 |
| РАШКОВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО | | | | | | |
| 8 | Р-1/2021 | 17/12 | Темно-серая лесная тяжелосуглинистая | $Д_1$Дч | II | 110 |
| 9 | Р-2/2021 | 23/11 | Чернозем оподзоленный мощный тяжелосуглинистый | $Д_2$ДЧГ | II | 105 |
| | | | | | | |
| 10 | Р-4/2021 | 28/1 | Чернозем оподзоленный мощный тяжелосуглинистый | $Д_2$ДЧГ | II | 90 |
| СЕМЕНОВСКИЙ ЛЕС | | | | | | |
| 11 | СЛ-1/2021 | - | * | $Д_2$ | * | 105 |
| 12 | СЛ-2/2021 | - | * | $Д_2$ | * | 105 |

Примечание: *- требуется уточнения; $Д_1$Дч – сухая дубрава из дуба черешчатого; $Д_2$ПДК – свежая пойменная берестово-кленовая дубрава; $Д_2$ДчГ – свежая грабовая из дуба черешчатого

Пойменный экотип дуба черешчатого в структуре площадей Кицканского лесничества занимает 90,7% и произрастает на пойменных луговых почвах. Таким образом, направленность отбора кандидатов в плюсовые деревья дуба черешчатого предполагает обеспеченность после проверки по потомству получения ценного семенного материала для создания лесных культур семенного происхождения для 53% площадей как минимум Рашковского и 36,2% Кицканского лесничеств.

Поиск кандидатов в нормально-лучшие (НЛД) и плюсовые деревья (ПД) предполагает натурное обследование дубовых насаждений и выделение при отборе экземпляров, превышающих по высоте на 10% и по диаметру на 30% контрольный вариант [2]. Однако, как показывает практика, достижение этих показателей представляется затруднительным. Соответственно предъявляемые требования были снижены для отдельных деревьев-кандидатов до 5% по высоте и до 20% по диаметру, и предварительно выделены 17 кандидатов в НЛД и ПД в Семеновском лесу, Кицканском и Рашковском лесничествах (Табл. 2).

**Таблица 2. Характеристика кандидатов в нормально-лучшие и плюсовые деревья дуба черешчатого Гослесфонда Приднестровья**

| № п/п | Шифр дерева-кандидата | Квартал/ выдел | Высота дерева-кандидата, м. | Диаметр, см на высоте 1,3 м | Длина без сучковой части ствола, м | % от высоты ствола |
|---|---|---|---|---|---|---|
| КИЦКАНСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО | | | | | | |
| 1 | К-1/2021 | 26/15 | 27 | 72 | 10,5 | 38,9 |
| 2 | К-2/2021 | 11/1 | 35 | 110 | 9,5 | 27,1 |
| 3 | К-3/2021 | 26/8 | 27 | 64 | 13 | 48,1 |
| 4 | К-4/2021 | 26/8 | 29 | 60 | 14 | 48,3 |
| 5 | К-5/2021 | 3/4 | 30 | 72 | 10 | 33,3 |
| 6 | К-6/2021 | 3/4 | 30 | 80 | 10 | 33,3 |
| 7 | К-7/2021 | 3/4 | 30 | 80 | 12 | 40 |
| 8 | К-8/2021 | 3/4 | 30 | 80 | 13 | 43,3 |
| 9 | К-9/2021 | 3/4 | 30 | 40 | 12 | 40 |
| 10 | К-10/2021 | 3/4 | 30 | 76 | 10 | 33,3 |
| 11 | К-11/2021 | 3/4 | 30 | 56 | 13 | 43,3 |
| 12 | К-12/2021 | 4/2 | 30 | 68 | 12 | 40 |
| РАШКОВСКОЕ ЛЕСНИЧЕСТВО | | | | | | |
| 13 | Р-1/2021 | 17/12 | 27 | 80 | 8 | 29,6 |
| 14 | Р-2/2021 | 23/11 | 27 | 48 | 10 | 37 |
| 15 | Р-3/2021 | 34/1 | 26 | 44 | 10 | 55,6 |
| СЕМЕНОВСКИЙ ЛЕС | | | | | | |
| 16 | СЛ-1/2021 | - | 35 | 80 | 7,5 | 21,4 |
| 17 | СЛ-2/2021 | - | 35 | 84 | 6 | 17,1 |

Таксационные характеристики выделенных кандидатов сравнили на их соответствие таковым показателям плюсовых деревьев МССР, а также имеющимся рекомендациям [2] для I класса бонитета (табл. 3).

**Таблица 3. Сравнительные характеристики плюсовых и нормально лучших деревьев**

| Возраст | По рекомендациям [5] | | | ПД МССР (1970г.) Страшенский и Каларашский лесхозы | | | Кандидаты в ПД и НЛД (2021г) в ГЛФ Приднестровья | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Д, см на высоте 1,3 м | Н, дерева, м | Средняя длина бессучковой зоны ствола, м | Д, см на высоте 1,3 м | Н, дерева, м | Средняя длина бессучковой зоны ствола, м | Д, см на высоте 1,3 м | Н, дерева, м | Средняя длина бессучковой зоны ствола, м |
| 80 | 42-57 | 28,5-31,0 | 12,5-13,5 | 36,6-39,8 | 24,5-28,5 | 9,5-10,6 | 60-72 | 27,0-29,0 | 10,5-14,0 |
| 100 | 44-60 | 29,5-32,5 | 13,0-14,0 | 45,1-65,0 | 27,8-30,0 | 10,0-15,0 | 40-110 | 26,0-35,0 | 6,0-13,0 |

С учетом имеющихся данных кандидаты, не соответсвующие I классу бонитета, отнесены нами в категорию нормально-лучшие деревья.

***Populus tremula***

В Кицканском лесничестве согласно материалам лесоустройства белотополевые насаждения относятся ко II и III классу бонитета с низкой продуктивностью (средний запас древесины 350 м$^3$). Натурное обследование, в квартале 11 выдел 1 найдена куртина осины естественного происхождения с отдельно стоящим материнским деревом. Диаметр материнского дерева 80 см, возраст 95 лет, Н = 35 м, запас деловой древесины 5,78 м$^3$, признаки грибного заболевания отсутствуют, санитарное состояние хорошее. Исходя из ценных лесохозяйственных показателей осины, было запланировано и введено в культуру *in vitro* найденный экземпляр для последующего клонирования. Метод микроклонального размножения осины для создания плантационных посадок нами хорошо отработан и используется на практике [6].

## Обсуждение

Известно, что леса Молдовы расположены преимущественно на водораздельных плато и склонах, где наиболее широко распространены дубы и в зависимости от типа леса, сопутствующие представители: *Populus, Salix, Carpinus, Fraxinus* и др. [4]. И хотя известно, что лес выполняет три важнейшие функции; сырьевые, экологические и социальные, к лесным ресурсам отмечается хищническое отношение. Поэтому стоит задача, как сохранения, так и восстановления лесных ресурсов. Одним из способов воспроизводства лесных ресурсов и одновременно удовлетворения высокого спроса на древесину является повышение продуктивности лесных культур за счет интенсификации лесного хозяйства и замены низкобонитетных насаждений на устойчивые и высокопродуктивные. В этой связи начаты соответствующие исследования с представителями *Quercus.* Отмечается затруднения с поиском такой категории деревьев [3], что связано с отсутствием адаптивных, устойчивых и высокопродуктивных генотипов, распространением возбудителей болезней и вредителей и др. В связи с этим перспективно получение клонового материала ПД дуба черешчатого.

Ранее нами получен клоновый материал тополя сереющего и белого. Тем не менее, исследования будут продолжены, так как оптимальным считается состав не менее чем из 20 клонов плюсовых деревьев [11]. Полученные клоны высажены на опытном участке в Кицканском лесничестве.

## Выводы

1. Проведены натурные обследования Рашковского, Кицканского лесничеств, урочища Буторы и Семеновского леса.
2. Обнаружено 17 кандидатов в ПД и НЛД дуба черешчатого.
3. Найдена куртина осины естественного происхождения с отдельно стоящим материнским деревом с ценными лесохозяйственными показателями.
4. Найденный экземпляр осины введен в условия in vitro и успешно клонируется.
5. Заложен опытный участок клонового материала ПД тополей и осины в Кицканском лесничестве.

## Литература


1. Байтала В.Д. Селекция, интродукция и семеноводство древесных лесных пород. Материалы расширенной сессии секции лесоводства и агролесомелиорации Ученого совета при Министерстве сельского хозяйства Украинской ССР 27-28 ноября 1962г. отв. ред. Федоренко. Изд. «Урожай».1964. с. 19
2. Ефимов Ю. П. Рекомендации по отбору плюсовых деревьев и закладке прививочных лесосеменных плантаций дуба в Молдавии. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1973. 18 с.
3. Крюкова С. А. Структура и состояние лесосеменной базы дуба черешчатого в центральном Черноземье: дис… канд. с.-х. наук. В., 2020. 147 с.
4. Лесные растения (сосудистые). Серия «Растительный мир Молдавии»/ Под ред. А.А. Чеботаря, Т.С.Гейдеман, Л.П.Николаевой. Кишинев: Штиинца, 1986, 294 с.
5. Лесная энциклопедия / Анучин Н. П. [и др.]. М.: Сов. энциклопедия». 1986. В 2 т. Т. 2. С. 346
6. Микроклональное размножение автохтонных представителей рода *Populus* L:методические рекомендации/ составители:О.Ю.Тимин, О.О.Тимина, А.И.Усенко. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2021. -24 с.
7. Молотков П. И. и др. Дубравы и повышение их продуктивности. Всесоюз. акад. с.-х. наук им. В. И. Ленина. – М.: Колос, 1981, с. 65.
8. Почвенно-лесотипологический очерк головного предприятия Рыбницкого ЛПО. Министерство лесного хозяйства Молд. ССР. Украинское лесоустроительное предприятие комплексная экспедиция. К №240. Ирпень. 1985.
9. Правила создания и выделения объектов лесного семеноводства (лесосеменных плантаций, постоянных лесосеменных участков и подобных объектов). Утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 20 октября 2015 г. № 438. Зарегистрировано в Минюсте РФ 12 февраля 2016 г. Регистрационный № 41078.
10. План типов леса Рыбницкого лесхоза. Ирпень. 1984.
11. Царев А.П. Сортоведение тополя. – Воронеж; Изд-во ВГУ, 1985. – 152 с.

# ОРНИТОФАУНА ПУГАЧЕНСКОГО СКЛОНА

***А.А. Тищенков, А.А. Аптеков, Д.В. Медведенко, Н.А. Романович***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25-Октября, 128, Тирасполь 3300, Приднестровье, Молдова;*
*электронная почта: tdbirds2@gmail.com, qwert_792@mail.ru, ecoterrapmr@mail.ru*

## Введение

Организация особо охраняемых природных территорий (ООПТ) сама по себе подразумевает подготовку обоснования для этого, в котором содержатся сведения об обитающих там животных, произрастающих растениях и т.д. Особое внимание уделяется наличию на этой территории популяций и сообществ редких, охраняемых видов биоты. Однако, в обоснованиях на включение в ПЗФ, результаты таких исследований, в большинстве случаев, носят предварительный характер. Более детальное и целенаправленное исследование флоры и фауны ООПТ, а также различных экологических процессов, происходящих в них, проводится уже после создания охраняемой территории.

В долине Днестра в пределах Григориопольского и Слободзейского районов ПМР планируется создание Национального парка «Скифский рубеж». Предполагается, что он будет состоять из 5 участков: «Пугаченский склон», ур. Буторы, «Курганный» (склон между селами Спея и Буторы), «Бычок», «Парканы» (между Парканами и Бычком).

Орнитофауна Пугаченского склона не отличается особым разнообразием и высокой плотностью, однако она имеет свою специфику, обусловленную наличием здесь эрозионных обнажений геологических пород. Выходы скальных пород этого участка, высотой 30-40 м над урезом воды, представлены плотными известняками среднесарматского моря, часто образуют карнизы и небольшие гроты (рис. 1). На всем участке у подножья склона наблюдаются выходы грунтовых вод, образуя несколько десятков родников [1].

**Рис. 1.** Выходы скальных пород Пугаченского склона

## Материалы и методы

Изучение орнитофауны участка проводилось в 2016-2022 годах. Основные сплошные учеты птиц на Пугаченском склоне выполнялись в 2020-21 годах на площади около 0.43 км$^2$ (что несколько превышало площадь участка, предлагаемого к включению в ПЗФ: (см. статья Л.Г. Ионовой в настоящем сборнике), путем маршрутного обхода территории сверху склона и внизу вдоль Днестра. Расчет обилия птиц производился простым делением количества зарегистрированных особей (пар) на учетную площадь.

Систематика птиц приводится по Л.С. Степаняну [2]. Доминантами по обилию считались виды, доля участия которых в населении по суммарным показателям составляла 10% и более ($D_i$>10), субдоминантами – виды, индекс доминирования которых находился в пределах от 1 до 9. Расчет индексов разнообразия Шеннона, выравненности распределения особей Пиелу, концентрации Симпсона производился по формулам, представленным в работе В.Д. Захарова [3].

## Результаты и обсуждение

На Пугаченском склоне зимой 2020/21 гг. зарегистрированы 42 вида птиц (табл. 1).

**Таблица 1. Структура зимней орнитофауны Пугаченского склона**

| Вид | Декабрь | | Январь | | Февраль | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | *КО** | особей/ км² | *КО* | особей/ км² | *КО* | особей/ км² |
| *Accipiter nisus* | *1* | 2,3 | *1* | 2,3 | - | - |
| *Buteo buteo* | *1* | 2,3 | *2* | 4,7 | - | - |
| *Haliaeetus albicilla* | - | - | *1* | 2,3 | - | - |
| *Perdix perdix* | *6* | 14,0 | - | - | - | - |
| *Phasianus colchicus* | - | - | *3* | 7,0 | - | - |
| *Scolopax rusticola* | *1* | 2,3 | - | - | - | - |
| *Columba palumbus* | - | - | *8* | 18,6 | *37* | 86,1 |
| *Asio flammeus* | *1* | 2,3 | - | - | - | - |
| *Picus canus* | *1* | 2,3 | - | - | - | - |
| *Dendrocopos major* | *5* | 11,6 | *2* | 4,7 | - | - |
| *Dendrocopos syriacus* | *1* | 2,3 | *1* | 2,3 | - | - |
| *Dendrocopos minor* | *1* | 2,3 | - | - | - | - |
| *Galerida cristata* | *1* | 2,3 | - | - | - | - |
| *Lanius excubitor* | - | - | *1* | 2,3 | - | - |
| *Sturnus vulgaris* | - | - | *15* | 34,9 | - | - |
| *Garrulus glandarius* | *3* | 7,0 | *2* | 4,7 | *2* | 4,7 |
| *Pica pica* | - | - | *2* | 4,7 | *2* | 4,7 |
| *Corvus cornix* | *3* | 7,0 | *2* | 4,7 | *4* | 9,3 |
| *Corvus corax* | *3* | 7,0 | *3* | 7,0 | *2* | 4,7 |
| *Troglodytes troglodytes* | *2* | 4,7 | *2* | 4,7 | *1* | 2,3 |
| *Regulus regulus* | *7* | 16,3 | *5* | 11,6 | - | - |
| *Phoenicurus ochruros* | *1* | 2,3 | *1* | 2,3 | *1* | 2,3 |
| *Erithacus rubecula* | - | - | *2* | 4,7 | *1* | 2,3 |
| *Turdus pilaris* | *7* | 16,3 | *18* | 41,7 | *6* | 14,0 |
| *Turdus merula* | *2* | 4,7 | *7* | 16,3 | *4* | 9,3 |
| *Turdus iliacus* | *1* | 2,3 | *1* | 2,3 | - | - |
| *Aegithalos caudatus* | *7* | 16,3 | - | - | *8* | 18,6 |
| *Parus caeruleus* | *14* | 32,6 | *9* | 20,9 | *8* | 18,6 |
| *Parus major* | *45* | 104,7 | *45* | 104,7 | *28* | 65,1 |
| *Sitta europaea* | - | - | *2* | 4,7 | - | - |
| *Certhia familiaris* | *1* | 2,3 | - | - | - | - |
| *Passer montanus* | *11* | 25,6 | *12* | 27,9 | *15* | 34,9 |
| *Fringilla coelebs* | - | - | *5* | 11,6 | *7* | 16,3 |
| *Fringilla montifringilla* | - | - | *1* | 2,3 | - | - |
| *Chloris chloris* | - | - | - | - | *2* | 4,7 |
| *Spinus spinus* | *7* | 16,3 | - | - | - | - |
| *Carduelis carduelis* | *13* | 30,2 | *8* | 18,6 | *14* | 32,6 |
| *Acanthis cannabina* | *7* | 16,3 | *51* | 118,6 | *12* | 27,9 |
| *Pyrrhula pyrrhula* | *3* | 7,0 | - | - | - | - |
| *Coccothraustes coccothraustes* | *9* | 20,9 | - | - | - | - |
| *Emberiza calandra* | - | - | *14* | 32,6 | *6* | 14,0 |
| *Emberiza citrinella* | *17* | 39,5 | *3* | 7,0 | *7* | 16,3 |
| **Плотность** | **423,3** | | **532,7** | | **388,7** | |
| **Число видов** | **30** | | **30** | | **20** | |
| **Индекс Шеннона** | **1,75** | | **1,80** | | **1,53** | |
| **Индекс Пиелу** | **0,51** | | **0,53** | | **0,51** | |
| **Индекс Симпсона** | **0,10** | | **0,11** | | **0,11** | |

Примечание: * – КО – количество учтенных особей.

На Днестре вдоль склона, зимой наблюдались большая белая цапля (*Egretta alba*), лебедь-шипун (*Cygnus olor*) и кряква (*Anas plathyrhinchos*).

Зимой доминировали: большая синица (*Parus major* – всю зиму), реполов (*Acanthis cannabina*) и вяхирь (*Columba palumbus*). Субдоминантами в различные месяцы были 13-18 видов. Постоянными субдоминантами рассматриваемой зимой являлись: обыкновенная овсянка (*Emberiza citrinella*), лазоревка (*Parus caeruleus*), щегол (*Carduelis carduelis*), полевой воробей (*Passer montanus*), рябинник (*Turdus pilaris*), черный дрозд (*Turdus merula*) и ворон (*Corvus corax*).

Слабое развитие древесно-кустарниковой растительности обусловило низкую численность птиц на Пугаченском склоне. Тем ни менее, для небольшой площади, здесь было зарегистрировано достаточно высокое видовое разнообразие. Мягкие погодные условия декабря 2020 года и первой половины января 2021 года, были причиной регистрации на склоне видов птиц, нерегулярно зимующих в регионе: вальдшнепа (*Scolopax rusticola*) и горихвостки-чернушки (*Phoenicurus ochruros*). Горихвостка-чернушка иногда зимует в населенных пунктах региона, но в природном биотопе ее зимовка отмечена впервые. Самец горихвостки всю зиму провел в скалах в районе выхода родников. В январе просянки (*Emberiza calandra*) уже начали занимать гнездовые участки и активно петь.

В 2021 году на Пугаченском склоне отмечено гнездование 45 видов птиц (табл. 2).

**Таблица 2. Структура гнездовой орнитофауны Пугаченского склона**

| **Вид** | ***КП**** | **Пар/км²** | **Вид** | ***КП**** | **Пар/км²** |
|---|---|---|---|---|---|
| *Buteo buteo* | *1* | 2,3 | *Sylvia communis* | *5* | 11,6 |
| *Falco tinnunculus* | *2* | 4,7 | *Sylvia curruca* | *1* | 2,3 |
| *Perdix perdix* | *1* | 2,3 | *Phylloscopus collybita* | *1* | 2,3 |
| *Phasianus colchicus*** | *1* | 2,3 | *Muscicapa striata* | *1* | 2,3 |
| *Crex crex* | *1* | 2,3 | *Oenanthe oenanthe* | *1* | 2,3 |
| *Columba palumbus* | *3* | 7,0 | *Phoenicurus ochruros* | *1* | 2,3 |
| *Streptopelia turtur* | *2* | 4,7 | *Erithacus rubecula* | *1* | 2,3 |
| *Athene noctua* | *1* | 2,3 | *Turdus merula* | *4* | 9,3 |
| *Merops apiaster* | *6* | 14,0 | *Turdus philomelos* | *3* | 7,0 |
| *Upupa epops* | *1* | 2,3 | *Parus major* | *3* | 7,0 |
| *Jynx torquilla* | *1* | 2,3 | *Sitta europaea* | *1* | 2,3 |
| *Dendrocopos major* | *1* | 2,3 | *Passer montanus* | *4* | 9,3 |
| *Dendrocopos syriacus* | *1* | 2,3 | *Fringilla coelebs* | *2* | 4,7 |
| *Anthus trivialis* | *1* | 2,3 | *Chloris chloris* | *4* | 9,3 |
| *Motacilla flava* | *1* | 2,3 | *Carduelis carduelis* | *2* | 4,7 |
| *Motacilla alba* | *1* | 2,3 | *Acanthis cannabina* | *2* | 4,7 |
| *Lanius collurio* | *17* | 39,5 | *Coccothraustes coccothraustes* | *2* | 4,7 |
| *Oriolus oriolus* | *1* | 2,3 | *Emberiza calandra* | *4* | 9,3 |
| *Sturnus vulgaris* | *2* | 4,7 | *Emberiza citrinella* | *2* | 4,7 |
| *Garrulus glandarius* | *1* | 2,3 | *Emberiza hortulana* | *1* | 2,3 |
| *Pica pica* | *1* | 2,3 | **Плотность** | **234,7** | |
| *Corvus cornix* | *1* | 2,3 | **Число видов** | **45** | |
| *Corvus corax* | *1* | 2,3 | **Индекс Шеннона** | **1,78** | |
| *Sylvia nisoria* | *4* | 9,3 | **Индекс Пиелу** | **0,47** | |
| *Sylvia atricapilla* | *3* | 7,0 | **Индекс Симпсона** | **0,05** | |

Примечание: * – КП – количество учтенных пар; ** – условных пар.

В репродуктивный период 2021 года на Пугаченском склоне доминировал один вид – жулан (*Lanius collurio*, Di-16.8). К субдоминантам относились 19 видов птиц: золотистая щурка (*Merops apiaster*), серая (*Sylvia communis*) и ястребиная (*S. nisoria*) славки, черный (*Turdus merula*) и певчий (*T. philomelos*) дрозды, полевой воробей (*Passer montanus*), зеленушка (*Chloris chloris*), просянка (*Emberiza calandra*), вяхирь (*Columba palumbus*), славка-черноголовка (*Sylvia atricapilla*), большая синица (*Parus major*), обыкновенная пустельга (*Falco tinnunculus*), обыкновенная горлица (*Streptopelia turtur*), скворец (*Sturnus vulgaris*), зяблик (*Fringilla coelebs*), щегол (*Carduelis carduelis*), реполов (*Acanthis cannabina*), дубонос (*Coccothraustes coccothraustes*) и обыкновенная овсянка (*Emberiza citrinella*).

С обнажениями известняковых пород (рис. 1) связано гнездование: обыкновенной пустельги (2 пары гнездились в нишах скал, примерно в 500 м одна от другой, это сейчас редкий в ПМР при-

мер экологически исходной склерофильной популяции вида); домового сыча (*Athene noctua*); удода (*Upupa epops*); ворона (*Corvus corax*), горихвостки-чернушки (*Phoenicurus ochruros*) и полевых воробьев. Шесть пар золотистых щурок обитали в норах, вырытых в глинистых обрывах в южной части сектора.

Серые куропатки (*Perdix perdix*), коростели (*Crex crex*), обыкновенные горлицы, серые мухоловки (*Muscicapa striata*), обыкновенные и садовые (*Emberiza hortulana*) овсянки размножалась в узкой акациевой лесополосе наверху склона. Ксероморфный биотоп, представленный степными участками с редкими кустарниками и противоэрозионной узкой лесополосой (рис. 2), являлись оптимальным местообитанием для жулана, серой и ястребиной славок, просянки, реполова и лесного конька (*Anthus trivialis*).

**Рис. 2.** Характерное местообитание лесостепных птиц на Пугаченском склоне

Среди древесно-кустарниковой растительности небольшого фрагмента пойменного леса внизу склона гнездились вяхири, вертишейки (*Jynx torquilla*), большой пестрый (*Dendrocopos major*) и сирийский (*D. syriacus*) дятлы, иволги (*Oriolus oriolus*), скворцы, сойки (*Garrulus glandarius*), сороки (*Pica pica*), серые вороны (*Corvus cornix*), славки-черноголовки, славки-завирушки (*Sylvia curruca*), пеночки-теньковки (*Phylloscopus collybita*), зарянки (*Erithacus rubecula*), черный и певчий дрозды, большие синицы, поползни (*Sitta europaea*), зяблики, щеглы и дубоносы.

В период миграций и кочевок (в том числе кормовых посещений территории в гнездовой период) на Пугаченском склоне были зарегистрированы еще 30 видов птиц, не гнездящихся здесь и не отмеченных зимой: большой баклан (*Phalacrocorax carbo*), серая цапля (*Ardea cinerea*), черный аист (*Ciconia nigra*), скопа (*Pandion haliaetus*), осоед (*Pernis apivorus*), черный коршун (*Milvus migrans*), полевой лунь (*Circus cyaneus*), курганник (*Buteo rufinus* – наблюдался также в репродуктивный период 2022 года, но факт гнездования не подтвержден), чеглок (*Falco subbuteo*), черныш (*Tringa ochropus*), перевозчик (*Actitis hypoleucos*), чайка-хохотунья (*Larus cachinnans*), кукушка (*Cuculus canorus*), ушастая сова (*Asio otus*), черный стриж (*Apus apus*), сизоворонка (*Coracias garrulous*), зимородок (*Alcedo atthis*), средний пестрый дятел (*Dendrocopos medius*), береговая ласточка (*Riparia riparia*), деревенская ласточка (*Hirundo rustica*), городская ласточка (*Delichon urbica*), лесной жаворонок (*Lullula arborea*), полевой жаворонок (*Alauda arvensis*), галка (*Corvus monedula*), грач (*Corvus frugilegus*), зеленая пересмешка (*Hippolais icterina*), пеночка-весничка (*Phylloscopus trochilus*), пеночка-трещотка (*Phylloscopus sibilatrix*), черноголовый чекан (*Saxicola torquata*), обыкновенная горихвостка (*Phoenicurus phoenicurus*), соловей (*Luscinia luscinia*).

Список редких птиц Пугаченского склона (включая участок Днестра вдоль склона), занесенных в Красную книгу ПМР [4], по состоянию на 25.08.2022 года, насчитывает 15 видов: большая белая цапля, черный аист, лебедь-шипун, скопа, осоед, черный коршун, курганник, полевой лунь, орлан-белохвост (*Haliaeetus albicilla*), чеглок, коростель, обыкновенная горлица, филин (*Bubo bubo*), болотная сова (*Asio flammeus*) и сизоворонка.

Особо следует упомянуть о филине. Этот редчайший, оседлый вид был обнаружен в скалах Пугаченского склона в 2016 году Д.В. Медведенко. К сожалению, в 2021-22 филины там уже не регистрировались. Возможной причиной, может быть фактор беспокойства птиц в гнездовой период (март-май) альпинистами.

## Заключение

Таким образом, по состоянию на 25.08.2022 года список птиц Пугаченского склона включает 98 видов, относящихся к 14 отрядам. Основную ценность склона представляют растения, задача сохранения которых является базисом при разработке обоснования для включения склона в ПЗФ ПМР. Однако, орнитологические материалы дополнительно подкрепляют аргументы для придания участку статуса ООПТ.

## Литература


1. Захаров, Д.С. Ценные геолого-палеонтологические памятники природы Приднестровья / Д. С. Захаров // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра: Мат. научно-практ. конф. (с междунар. участием). – Тирасполь: Eco-Tiras, 2018. – С. 69-73.
2. Степанян, Л.С. Конспект орнитологической фауны СССР / Л.С. Степанян. – Л. – М.: Наука, 1990. – 728 с.
3. Захаров, В.Д. Биоразнообразие населения птиц наземных местообитаний Южного Урала / В. Д. Захаров. – Миасс: ИГЗ УрО РАН, 1998. – 158 с.
4. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики: монография / Министерство с/х-ва и природных ресурсов ПМР; редколлегия: Е. М. Коваль (председатель), Л.В. Пилькова, С.И. Берил [и др.]; сост.: О.С. Безман-Мосейко [и др.]. – 2-е изд. – Тирасполь-Бендеры: Полиграфист, 2020. – 560 с.


# РЕДКИЕ ВИДЫ ФЛОРЫ ПЕТРОФИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА «РАШКОВ»


***В.С. Тищенкова***

*e-mail: entsdmr@mail.ru*


## Введение

Оценка местообитания в процессе создания Экологической сети или при мониторинге должна опираться на принципы отбора участков для территориальной охраны, для того чтобы были отобраны наиболее важные места, с точки зрения поддержания уже находящихся в опасности видов, дискретных популяций и экосистем, стабильности существования флоры и фауны в целом; сохранения эталонных объектов и др. [1].

Развитие системы природно-заповедного фонда и экосети, как правило, происходит синхронно. Выделение территорий, наиболее ценных для сохранения биоразнообразия и ландшафтов, осуществляется по результатам биологических обследований участков. Важную роль имеет не только общее число видов флоры и фауны, но и сколько редких видов, сохраняющихся в этих урочищах.

При разработке системы Экологической сети Молдовы А.В. Андреевым с соавторами [2] было предложено объединение ценных природных участков Рашковского лесничества в узловую территорию – ядро экосети Петрофильный комплекс «Рашков» (ПКР). Изначально планировалось включение в комплекс лишь части кварталов лесничества, поэтому предлагалась общая площадь комплекса в 1641 га. По современной оценке территории, считаем целесообразным включение в состав комплекса всех кварталов сектора «Калагур-Строенцы» и др. Таким образом, общая площадь Петрофильного комплекса «Рашков» составит 2681.4 га. Сюда входят следующие урочища: «Бугорня» (606 га), «Глубокая Долина» (520 га), «Валя-Адынкэ» (214 га), «Червона гора» (153,2 га [3]) «Калагур-Строенцы» (1188.2 га [3]).

В перспективе планируется создание Национального парка «Сарматский» (название предложено П.Я. Пынзару и Т.Д. Изверской [4]), Петрофильный комплекс «Рашков» станет ядром этой ООПТ, дополнительно сюда целесообразно включить урочища «Белочи» (окр. одноименного села, S – 537.5 га [3]) и «Ситишки» (окр. мкр. «Солнечный» г. Каменка, 299.1 га [3]). При разработке проекта национального парка, площади участков, туда включаемых, могут быть пересмотрены и уточнены. Считаем уместным подчеркнуть, что о необходимости создания данного национального парка упоминается в рубрике «меры охраны» многих видов растений и животных Красных книг Приднестровья [5, 6].

Изучение флоры комплекса проводилось нами в 1999-2010 годах. Система растений приводится по С.К. Черепанову [7].

## Результаты и обсуждение

В ПКР сохраняются популяции многих редких растений (табл.), в том числе, включенных в перечень IUCN (version 2022-1, категория LC не учитывалась), списки Бернской конвенции (БК) и Европейской Директивы по местообитаниям (Hab.), Красные книги Приднестровья (ККП [6]), Молдовы (CRM [8]), Украины (ЧКУ [9]), Операционный список Экологической сети Молдовы (ОПС [10]).

**Таблица. Природоохранная характеристика флоры Петрофильного комплекса «Рашков»**

| Охранный статус | Количество видов |
|---|---|
| IUCN. Version 2022.1 | 6 |
| Bern Convention | 4 |
| Council Directive 92/43/EEC (Conservation of natural habitats and of wild fauna and flora) | 2 |
| Красная книга ПМР (2020) | 50 |
| Cartea Roşia a Republicii Moldova | 16 |
| Червона книга України | 19 |
| Операционный список Экологической сети Молдовы | 52 |

***Alliaceae* – Луковые**: *Allium podolicum* (Aschers.& Graebn.) Blocki ex Racib. – Лук подольский: на известняковом склоне ур. «Червона Гора»: IUCN (DD), CRM, ОПС.

***Amaryllidaceae* – Амариллисовые**: *Galanthus nivalis* L. – Подснежник снежный: под пологом леса в урочищах “Бугорня” (кварталы 9-13), “Глубокая Долина” (кв. 20), “Калагур” (кв. 23, 25, 26, 29, 34): IUCN (NT), Hab., ККП, CRM, ЧКУ, ОПС.

***Apiaceae* – Сельдереевые**: *Ferulago galbanifera* (Mill.) Kuuch – Ферульник равнинный: на лесной поляне в ур. «Бугорня» (кв. 10): ОПС; *Peucedanum ruthenicum* Bieb. – Горичник русский: на известняковом склоне в ур. «Глубокая Долина» (кв. 19): ККП, ОПС.

***Apocynaceae* – Кутровые**: *Vinca minor* L. – Барвинок малый: образует травяной покров на некоторых участках дубравы в ур. “Калагур” (кв. 23, 25, 26, 28, 29, 34): ККП, ОПС.

***Araceae* – Аройниковые**: *Arum orientale* Bieb. – Аройник восточный: под лесным пологом в ур. «Калагур» (кв. 25, 28, 29, 32, 33): ККП, ЧКУ.

***Asparagaceae* – Спаржевые:** *Asparagus officinalis* L. – Спаржа лекарственная:в дубовом лесу в ур. «Бугорня», на известняковом склоне в ур. «Червона гора»: ОПС; *Asparagus tenuifolius* Lam. – Спаржа тонколистная: под лесным пологом ур. “Бугорня” (кв. 7, 9, 10-13, 15), “Глубокая Долина” (кв. 16, 17, 20), “Калагур” (кв. 25, 26, 28, 32-34): ККП, ОПС; *Asparagus verticillatus* L. – Спаржа мутовчатая: в дубовых и грабово-дубовых лесах, среди кустарников ур. «Бугорня», «Глубокая Долина», «Калагур», «Червона гора»: ОПС.

***Aspleniaceae* – Костенцовые**: *Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm. – Листовик обыкновенный: на камнях у основания известнякового склона ур. “Бугорня” (кв. 13): ККП, CRM, ОПС.

***Asteraceae* – Астровые**: *Helichrysum arenarium* (L.) Moench – Цмин песчаный: на известняковых склонах ур. “Бугорня” (кв. 14, 15), «Червона Гора», “Валя-Адынка” и в окрестностях Иоанно-Предтеченского монастыря (сектор «Калагур-Строенцы»): IUCN (NT), ККП, ОПС; *Inula helenium* L. – Девясил высокий: на лесных полянах ур. «Бугорня» (кв. 12), “Глубокая Долина” (кв. 17): ККП; *Petasites hybridus* (L.) Gaertn., Mey. & Scherb. – Белокопытник гибридный: вдоль ручья ур. “Бугорня” (кв. 11, 13): ККП, ОПС.

***Athyriaceae* – Кочедыжниковые**: *Gymnocarpium robertianum* (Hoffm.) Newm. – Голокучник Роберта: под пологом деревьев в ур. «Глубокая Долина» (кв. 20): ККП, CRM, ОПС.

***Berberidaceae*:** *Berberis vulgaris* L. – Барбарис обыкновенный: в ур. на известняковых ых склонах «Бугорня», «Валя-Адынка», «Глубокая Долина», «Калагур», «Червона гора»: ОПС.

***Brassicaceae* – Капустовые**: *Alyssum gmelinii* Jord. – Бурачок Гмелина: известняковые склоны в ур. «Бугорня», «Глубокая Долина», «Валя-Адынка»: ККП, CRM, ОПС; *Dentaria bulbifera* L. – Зубянка клубненосная: в ур. «Калагур» (кв. 26, 28, 29, 33); *Schivereckia podolica* (Bess.) Andrz. ex DC. – Шиверекия подольская: на известняковых склонах ур. “Бугорня” (кв. 13, 15), “Червона Гора”, “Валя-Адынка”: БК, ККП, CRM, ЧКУ, ОПС.

***Campanulaceae* – Колокольчиковые**: *Campanula persicifolia* L. – Колокольчик персиколист-

ный: под лесным пологом ур. “Бугорня” (кв. 6, 7, 9-13), “Глубокая Долина” (кв. 16-18, 20), “Калагур” (кв. 23): ККП.

***Crassulaceae* – Толстянковые**: *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. & C.B. Lehm. – Молодило русское: на поверхности выступов известнякового склона ур. “Червона Гора”: ККП, CRM, ОПС.

***Dryopteridaceae* – Щитовниковые**: *Dryopteris carthusiana* (Vill.) H.P. Fuchs – Щитовник шартрский: под древесным пологом на дне оврага ур. «Глубокая Долина» (кв. 20): ККП, CRM, ОПС; *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott – Щитовник мужской: под лесным пологом ур. «Глубокая Долина» (кв. 20), «Червона Гора»: ККП, CRM, ОПС.

***Euphorbiaceae* – Молочаевые**: *Euphorbia lingulata* Heuff. – на лесных полянах, опушках в ур. «Бугорня», «Глубокая Долина» (кв. 18), «Калагур»: ОПС; *Euphorbia volhynica* Bess. ex Racib. – Молочай волынский: на лесных полянах и опушках в ур. «Бугорня» (кв. 9, 11, 12), «Глубокая Долина» (кв. 17): ККП, ЧКУ, ОПС.

***Fabaceae* – Бобовые**: *Genista tetragona* Bess. – Дрок четырехгранный: на известняковом склоне в окрестностях Иоанно-Предтеченского монастыря (сектор «Калагур-Строенцы»): IUCN (VU), БК, ККП, CRM, ОПС; *Genista tinctoria* L. – Дрок красильный: на остепненных полянах ур. «Глубокая Долина» (кв. 17): ККП, ОПС.

***Hyacinthaceae* – Гиацинтиковые**: *Hyacinthella leucophaea* (C. Koch) Schur – Гиацинтик беловатый: на известняковых склонах в ур. “Бугорня” (кв. 13-15) и в окрестностях Иоанно-Предтеченского монастыря (сектор «Калагур-Строенцы»): ККП; *Ornithogalum kochii* Parl. – Птицемлечник Коха: на лесных полянах и опушках, известняковых склонах ур. “Бугорня” (кв 6, 9-13), “Глубокая Долина” (кв. 16, 17, 19, 20), «Валя-Адынка»: ККП, ОПС.

***Iridaceae* – Ирисовые**: *Crocus reticulatus* Stev. ex Adams – Шафран сетчатый: на остепненных полянах в ур. “Бугорня” (кв. 10), «Глубокая Долина» (кв. 19) и на известняковом склоне в окрестностях Иоанно-Предтеченского монастыря (сектор «Калагур-Строенцы»): ККП, ЧКУ, ОПС; *Iris graminea* L. – Ирис злаколистный: на прогалинах в лесных сообществах ур. “Бугорня” (кв. 9), ур. «Глубокая Долина» (кв. 18) “Калагур” (кв. 25, 34): ККП; *Iris hungarica* Waldst. & Kit. – Ирис венгерский: на остепненных полянах ур. “Бугорня” (кв. 7, 10, 11), «Валя-Адынка»; ККП.

***Lamiaceae* – Губоцветные*:*** *Calamintha nepeta* (L.) Savi – Душевик котовниковый: на известняковых склонах в ур. «Бугорня», «Червона гора»: ОПС; *Thymus moldavicus* Klok. et Schost. – Чебрец молдавский: обильно произрастает на известняках в ур. «Глубокая Долина», «Калагур», «Червона гора»: ОПС.

***Liliaceae* – Лилейные**: *Fritillaria montana* Hoppe – Рябчик горный: под лесным пологом в ур. “Бугорня” (кв. 9-13), “Глубокая Долина” (кв. 19, 20), “Калагур” (кв. 23, 33, 34): IUCN (DD), БК, ККП, CRM, ЧКУ, ОПС; *Lilium martagon* L. – Лилия Мартагон: под лесным пологом в ур. “Бугорня” (кв. 6, 7, 10-13), “Глубокая Долина” (кв. 16, 18, 20), “Калагур” (кв. 26, 34): ККП, ЧКУ, ОПС; *Tulipa biebersteiniana* Schult. & Schult. fil – Тюльпан Биберштейна («подвид» – дубравный *T. quercetorum* Klok. & Zoz): под лесным пологом в ур. “Бугорня” (кв. 8, 9, 11-13), “Глубокая Долина” (кв. 20) и «Калагур” (кв. 26, 28, 29, 32-34): ККП, ЧКУ, ОПС.

***Melanthiaceae* – Мелантиевые**: *Veratrum nigrum* L. – Чемерица черная: под лесным пологом в ур. «Бугорня» (кв. 6, 7), “Глубокая Долина” (кв. 16-18), «Калагур» (кв. 29): ККП, ОПС.

***Orchidaceae* – Ятрышниковые**: *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce – Пыльцеголовник крупноцветковый: под пологом леса ур. «Бугорня» (кв. 10), “Глубокая Долина” (кв. 20), «Калагур» (кв. 26, 34): ККП, CRM, ЧКУ, ОПС; *Epipactis helleborine* (L.) Crantz – Дремлик широколистный: в лесных сообществах урочищ «Бугорня», «Глубокая Долина», «Калагур»: ЧКУ, ОПС; *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. – Гнездовка настоящая: в лесном сообществе в ур. «Калагур» (кв. 29): ККП, ЧКУ, ОПС.

***Poaceae* – Мятликовые**: *Chrysopogon gryllus* (L.) Trin. – Золотобородник цикадовый: на остепненной поляне в ур. «Бугорня» (кв. 10): ККП, ЧКУ, ОПС; *Millium vernale* Bieb. – Бор весенний: в лесу в ур. «Глубокая Долина» (кв. 20): ОПС; *Sesleria heufleriana* Schur – Сеслерия Хефлера: на известняковом склоне в ур. «Бугорня» (кв. 14): ККП, CRM, ОПС; *Stipa capillata* L. – Ковыль волосовидный: степные участки ур. «Бугорня», «Валя-Адынка», «Глубокая Долина», «Калагур», «Червона Гора»: ККП, ЧКУ; *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. – Ковыль Лессинга: степные участки ур. «Бугорня», «Валя-Адынка», «Глубокая Долина»: ККП, ЧКУ, ОПС; *Stipa pennata* L. – Ковыль перистый: на известняковых склонах ур. “Бугорня” (кв. 10, 13-15), «Глубокая Долина» (кв. 19), в окрестностях Иоанно-Предтеченского

монастыря (сектор «Калагур-Строенцы»): ККП, ЧКУ, ОПС; *Stipa pulcherrima* C. Koch – Ковыль красивейший: на известняковых склонах ур. “Бугорня” (15), «Валя-Адынка»: ККП, ЧКУ, ОПС.

***Ranunculaceae* – Лютиковые**: *Aconitum eulophum* Rchb. – Борец кустистый: на вершине известнякового склона в окрестностях Иоанно-Предтеченского монастыря (сектор «Калагур-Строенцы»): ККП, ОПС; *Aconitum lasiostomum* Reichenb. – Борец шерстистоустый: на дне оврагов, ложбин по влажным местам в лесных сообществах ур. “Бугорня” (кв. 7), “Глубокая Долина” (кв. 16, 17, 20): ККП, CRM, ОПС; *Actaea spicata* L. – Воронец колосовидный: под пологом леса в ур. «Глубокая Долина» (кв. 20): ОПС; *Adonis vernalis* L. – Адонис весенний: на остепненных участках и известняковых склонах ур. “Бугорня” (кв. 10, 13), “Глубокая Долина” (кв. 16, 17, 19), «Валя-Адынка»: ККП, ЧКУ, ОПС; *Anemone sylvestris* L. – Ветреница лесная: на лесных полянах и опушках в ур. “Бугорня” (кв. 10, 12-14), “Глубокая Долина” (кв. 17, 20), «Червона Гора»: ККП; *Clematis integrifolia* L. – Ломонос цельнолистный: на известняковых склонах и опушках, среди разреженного кустарника в ур. “Бугорня” (кв. 6, 13-15), “Глубокая Долина” (кв. 17, 19), “Калагур” (кв. 34), «Валя-Адынка»: ККП, ОПС; *Pulsatilla grandis* Wend. – Прострел крупный (рис. 1): на остепненных участках и известняковых склонах в ур. “Бугорня” (кв. 10) и “Глубокая Долина” (кв. 17, 19): БК, Hab., ККП, CRM, ЧКУ, ОПС; *Pulsatilla montana* (Hoppe) Reichenb. – Прострел горный (рис. 2): на остепненных участках и известняковых склонах в ур. “Бугорня” (кв.10, 13), «Глубокая Долина» (кв. 19), «Червона Гора», на известняковом склоне в окрестностях Иоанно-Предтеченского монастыря (сектор «Калагур-Строенцы»): ККП, ОПС; *Pulsatilla ucrainica* (Ugr.)Wissjul. – Прострел украинский (рис. 4): на остепненных полянах ур. “Глубокая Долина” (кв. 17, 19): ККП, ЧКУ, ОПС.

***Rosaceae* – Розовые**: *Amygdalus nana* L. – Миндаль степной ур. «Бугорня», «Глубокая Долина»: IUCN (DD), ОПС; *Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex Blytt – Кизильник черноплодный: на известняковых склонах в ур. “Бугорня” (кв. 15), «Червона Гора»: ККП, CRM, ОПС; *Sorbus torminalis* (L.) Crantz – Рябина глоговина (берека): в лесных сообществах ур. «Глубокая Долина» (кв. 19), “Калагур” (кв. 25, 26, 29, 32-34): ККП, ОПС; *Potentilla alba* L. – Лапчатка белая: в лесу в ур. «Глубокая Долина» (кв. 18): ОПС.

***Rubiaceae* – Мареновые*:*** *Cruciata glabra* (L.) Ehrend. – Круциата голая: в лесу в ур. «Глубокая Долина» (кв. 16). Вид, ранее для ПМР не приводился [11, 12].

***Scrophulariaceae* – Норичниковые**: *Euphrasia pectinata* L.- Очанка гребенчатая: среди кустарников в ур. «Червона гора»: ОПС; *Digitalis grandiflora* Mill. – Наперстянка крупноцветковая: на лесных опушках, под разреженным древесным пологом ур. “Бугорня” (кв. 7): ККП; *Scrophularia umbrosa* Dumort. – Норичник теневой: у ручья в ур. «Глубокая Долина»: ОПС; *Veronica serpyllifolia* L. – Вероника тимьянолистная: в лесу в ур «Глубокая Долина». Вид, ранее для ПМР не приводился [11, 12].

***Staphyleaceae* – Клекачковые**: *Staphylea pinnata* L. – Клекачка перистая: в лесных фитоценозах ур. «Бугорня» (кв. 9-13), “Глубокая Долина” (кв. 17, 18, 20), «Калагур» (кв. 23, 25, 26, 28, 29, 32-34): ККП, ЧКУ.

## Заключение

Таким образом, общий список редких видов растений, произрастающих на территории Петрофильного комплекса «Рашков» насчитывает 65 видов, относящихся к 55 родам, 28 семействам.

Некоторые редкие виды растений были обнаружены только в каком-либо одном урочище комплекса: *Digitalis grandiflora, Petasites hybridus, Phyllitis scolopendrium, Sesleria heufleriana, Ferulago galbanifer,a Schivereckia podolica, Chrysopogon gryllus* (ур. «Бугорня»); *Dryopteris carthusiana, Genista tinctoria, Gymnocarpium robertianum, Peucedanum ruthenicum, Potentilla alba, Scrophularia umbrosa, Pulsatilla ucrainica, Millium vernale, Actaea spicata* (ур. «Глубокая Долина»); *Aconitum anthora, Arum orientale, Genista tetragona, Neottia nidus-avis, Vinca minor* (сектор «Калагур-Строенцы»); *Sempervivum ruthenicum, Euphrasia pectinata, Allium podolicum* (ур. «Червона Гора»).

Для ПКР в Красной книге Приднестровья [6] указываются также *Ephedra distachya* L., *Seseli peucedanifolium* Bess., *Chamaecytisus albus* (Haeq.) Rothm., *Saxifraga tridactylites* L. Нами эти виды не были встречены.

Списки редких видов растений по урочищам Петрофильного комплекса «Рашков» насчитывают следующее количество видов: наибольшее число флористических раритетов отмечены нами в уро-

чище «Бугорня» – 42 вида (максимальное число: в 13 квартале – 17 видов и 10 квартале – 15 видов), в урочищах: «Глубокая Долина» – 41 видов (максимальное число: в 17 и 20 кварталах – по 14 видов), «Калагур» – 22 видов (максимальное число: в 34 квартале – 11 видов), «Червона Гора» – 15 видов,. «Валя-Адынка» – 12 видов. Самый насыщенный по числу редких видов растений квартал ПКР – 13-й урочища «Бугорня», общий список редких видов которого насчитывает 17 видов. Особое внимание необходимо уделить охране 13-го квартала, который может считаться эталонным, так как здесь лучше всего сохранилась характерная скально-лесная экосистема. В этом квартале необходимо запретить любые рубки, в том числе санитарные.

Предлагаем рассмотреть вопрос о включении в последующие издания Красных книг Приднестровья и Молдовы следующих видов растений: *Dentaria bulbifera*, *Actaea spicata*, *Potentilla alba, Euphrasia pectinata*, *Scrophularia umbrosa*, *Epipactis helleborine*, *Veronica serpyllifolia*.

Петрофильный комплекс «Рашков» играет наиболее важную роль в сохранении in situ региональных популяций *Galanthus nivalis, Vinca minor, Arum orientale, Phyllitis scolopendrium, Dentaria bulbifera, Petasites hybridus, Gymnocarpium robertianum, Schivereckia podolica, Sempervivum ruthenicum, Dryopteris carthusiana, Euphorbia lingulata, Euphorbia volhynica, Genista tinctoria, Iris graminea, Iris hungarica, Fritillaria montana, Lilium martagon, Tulipa biebersteiniana* («подвид» *T. quercetorum*), *Veratrum nigrum, Cephalanthera damasonium, Neottia nidus-avis, Chrysopogon gryllus, Sesleria heufleriana, Aconitum eulophum, Aconitum lasiostomum, Actaea spicata, Cotoneaster melanocarpus, Sorbus torminalis, Potentilla alba, Cruciata glabra, Digitalis grandiflora, Scrophularia umbrosa, Veronica serpyllifolia*.

Такие виды, как *Euphrasia pectinata*, *Scrophularia umbrosa*, *Veronica serpyllifolia*, *Cruciata glabra* приводятся для флоры Приднестровья впервые.

*За разностороннюю помощь выражаю признательность А.А. Тищенкову, В.И. Мельнику и А.И. Шиндеру*.

**Литература**

1. Андреев А.В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети / А. В. Андреев. – Кишинев: BIOTICA, 2002. – 168 с.
2. Андреев А. Концепция создания Экологической сети Республики Молдова / А. Андреев, П. Горбуненко, О. Казанцева [и др.] // Академику Л.С. Бергу – 125 лет: Сборник научных статей. – Бендеры: BIOTICA, 2001. – С. 153-215.
3. Рущук А.Д. Планирование приднестровского сектора экологической сети / А.Д. Рущук // Экологические сети – опыт и подходы. Мат-лы конф. Кишинев: Biotica, 2012. – С. 94-104.
4. Пынзару П., Изверская Т. О. необходимости комплексной охраны биоразнообразия Среднего Днестра / П. Пынзару, Т. Изверская // Сохранение биоразнообразия бассейна Днестра. Мат-лы междунар. конф. – Кишинев: BIOTICA, 1999. – С.193-194.
5. Красная книга Приднестровья: монография. – Тирасполь: Б. и., 2009. – 376 с.
6. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики: монография / Министерство с/х-ва и природных ресурсов ПМР; редколлегия: Е. М. Коваль (председатель), Л. В. Пилькова, С. И. Берил [и др.]; сост.: О. С. Безман-Мосейко [и др.]. – 2-е изд. – Тирасполь-Бендеры: Полиграфист, 2020. – 560 с.
7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С. К. Черепанов – СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
8. Cartea Roşie a Republicii Moldova. – Ed. 3. – Chişinău, 2015. – 492 p.
9. Про затвердження переліків видів рослин та грибів, що заносяться до Червоної книги України (рослинний світ), та видів рослин та грибів, що виключені з Червоної книги України (рослинний світ). 2021: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.02.2021 №111. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0370-21#Text
10. Андреев А. Руководство по оценке территорий-ядер Экологической сети / А. Андреев // Интегрированное управление трансграничным бассейном Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы. Мат-лы междунар. конф. – Тирасполь: Eco-TIRAS, 2017. – С. 444-476.
11. Жилкина И. Н. Растения Приднестровской Молдавской Республики (конспект флоры) / И. Н. Жилкина. – Гатчина Ленинградской области: ПИЯФ РАН, 2002. – 92 с.
12. Природная флора Приднестровья: монография / редактор В. Ф. Хлебников. – Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2020. – 252 с.

# В КАКОЙ МЕРЕ ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩ ДНЕСТРОВСКОГО КОМПЛЕКСНОГО ГИДРОУЗЛА (2022) УЧИТЫВАЮТ ЭКОСИСТЕМНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ РЕКИ?

***Илья Тромбицкий***
*Международная ассоциация хранителей реки Eco-TIRAS*
*Пер. Театральный 11А, Кишинёв MD-2012, ilyatrom@mail.ru*

**Summary:** Ilya Trombitsky. *To what extent do the Regulations for the operation of reservoirs of the Dniester Integrated Hydropower Complex (2022) takes into account the environmental needs of the river?* The article analyses the real impacts of the Dniester Hydro Energo Complex to the Dniester River low stream ecosystem and in what scale the authors of this newly adopted technical document solves the issue of negative impacts. It is demonstrated that despite of long-term draft discussions the regulation has almost no provisions directed to soften the negative impacts. It is also noted that the format of negotiations on improving the management of water and related resources of the Dniester River is not equal today, and the interests of hydropower dominate over the interests of other stakeholders, and this applies not only to relations between the two riparian countries, but also to stakeholders within Ukraine. The loose of ecosystem services in the result of hydropower development should be taken into account. To improve the situation, such format of bilateral cooperation should be revised in favor of equality of riparian countries and interests of stakeholders.

**Key words**: hydropower, Dniester River, ecosystem, impact, ecosystem service.

Река Днестр зарегулирована, начиная с 1950х годов, когда на ней была сооружена русловая Дубоссарская ГЭС. В течение 1980х годов выше по течению был в основном сооружен Днестровский гидроэнергетический комплекс, состоящий из крупного Днестровского водохранилища и ГЭС-1 в Новоднестровске, ниже него – буферное водохранилище с плотиной, на которой в 1999-2001 гг. были установлены три гидроагрегата, и наконец, днестровская гидроаккумуляционная станция на правом берегу буферного водохранилища, на которой из запланированных семи гидооагрегатов в настоящее время функционируют четыре, и задача которой – аккумуляция энергии атомных электростанций Украины и производство энергии в периоды пиков её потребления. Остальные три генератора достраиваются.

Официально сформулированные задачи Днестровского гидроэнергокомплекса не были постоянными, а на протяжении 37 лет эволюционировали в зависимости от политических и иных факторов следующим образом.

Согласно Правилам функционирования Днестровского комплексного гидроузла, утвержденным в 1987 году [1], его основными задачами являлись:

- обеспечение компенсирующими попуска водоснабжения, орошения и судоходства на участке от Днестровского комплексного гидроузла до устья реки,
- выработка электроэнергии, и
- борьба с наводнениями.

Проект пересмотренных Правил (2011) [2] не устанавливал задач Гидроэнергокомплекса.

Основными задачами водохранилищ Днестровского каскада, согласно проекту Правил (2017) [3], являлись:

- борьба с наводнениями путём использования для срезки паводков противопаводковой ёмкости в Днестровском водохранилище;
- выработка электроэнергии на ГЭС-1, ГЭС-2 и ГАЭС;
- обеспечение компенсирующими попусками водоснабжения, орошения и судоходства на участке Днестра от Днестровского гидроузла до устья;
- обеспечение природоохранной функции каскада путём увеличения водности Днестра в аномально маловодный период за счет регулирования стока;
- стабильное обеспечение водой нижерасположенных населённых пунктов и предприятий.

Основными задачами водохранилищ Днестровского каскада (2022), согласно утвержденным в 2022 году Правилам [4], являются:

- уменьшение негативного влияния вредного воздействия вод за счет срезания паводков;
- обеспечение водой нижележащих населенных пунктов и предприятий;
- обеспечение компенсирующими попусками водоснабжения, орошения и судоходства на участке Днестра от Днестровского гидроузла до устья;
- выработка электроэнергии на ГЭС-1, ГЭС-2 и ГАЭС;
- обеспечение природоохранной функции каскада путем увеличения водности Днестра за счет регулирования стока.

Как мы можем наблюдать, выработка электроэнергии никогда не занимала официального первого места в приоритетах этого дорогого проекта, а опустилась по мере работы над новым вариантом Правил со второго на четвертое место. При этом, ни для кого не секрет, что именно выработка электроэнергии в постсоветское время является основной задачей гидроэнергокомплекса, причем экономическая важность этой задачи существенно возросла в последний период и потому мы постараемся продемонстрировать, что во имя этой цели были частично или полностью проигнорированы большинство остальных задач.

В то же время, задача – "обеспечение природоохранной функции каскада путем увеличения водности Днестра за счет регулирования стока", объективно занимая последнее место, изначально сформулирована достаточно примитивно, и не отражает всей сложности воздействия гидроэнергокомплекса на нижележащую водную и околоводную экосистему.

Как известно, оценки [5], проведенные в т.ч. в рамках трансграничного проекта GEF по Днестру, как и многие более ранние и более поздние исследования [6,7 и др.], показали многообразие воздействий Днестровского гидроэнергокомплекса на экосистему и биоту Нижнего Днестра. При этом, были экономически оценены и утраты некоторых экосистемных услуг [8], исчисляемые миллионами долларов в год.

Среди основных, не вызывающих сомнений воздействий, следует отметить следующие:

- резкое уменьшение твердого стока Днестра на всём участке ниже гидроэнергокомплекса;
- значительно более низкие температуры воды в сравнении с естественными, температуры воды в нижнем бьефе ГЭС-2 в тёплый период года, вызывающие задержку биологических процессов и переформатирование ихтиоценоза с утратой многих автохтонных видов рыб и беспозвоночных;
- кардинально более высокая прозрачность воды, поступающей в нижний бьеф ГЭС-2, что влечёт обильное развитие высшей водной растительности и водорослей, которые при отмирании вызывают вторичное загрязнение и заиление нижнего бьефа Днестра, включая галечные нерестилища рыб;
- гидропикинг (внутрисуточные колебания уровня воды в реке) как результат неравномерных попусков из буферного водохранилища;
- нарушение естественного стока и сегментация водотока, делающая невозможными миграции водных организмов на протяжении реки;
- достаточно произвольный режим весеннего экологического попуска и его фактическое соблюдение попусками с Днестровского водохранилища для оптимизации нереста рыб.

К факторам, на которые Правила эксплуатации могли бы повлиять с целью уменьшения отрицательного воздействия на экосистему и биоразнообразие, можно отнести следующие:

Существенный, в сравнении с естественным для данного сезона, перепад температуры воды. Поскольку Днестровская ГЭС-1 забирает холодный нижний придонный слой воды, в средне- и дальнесрочной перспективе следовало бы задуматься о её перестройке с целью использования верхнего слоя воды, имеющего естественную температуру в силу контакта с атмосферой. Это недешёвое решение, однако технически возможное и важное, если брать во внимание стоимость утрачиваемых экосистемных услугах при сохранении нынешней ситуации. Подобные намерения никак не отражены в новых Правилах.

Высокая, в сравнении с естественной, прозрачность воды в результате забора воды ГЭС-1 из нижних слоев. Вызывает обильное зарастание нижележащего течения водорослями и высшей водной растительностью, которая, отмирая, провоцирует вторичное загрязнение реки и обильное заиление как галечного дна, так и песчаных пляжей. Проблема технически решаема одновременно с предыдущей тем же путём при наличии политической воли.

Гидропикинг, т.е. существенные внутрисуточные колебания уровня воды ниже ГЭС-2 как результат неравномерного стока. Технически вопрос легко решаем путём установления и соблюдения лимитов на колебания внутрисуточных попусков из буферного водохранилища через ГЭС-2. Это будет вести к некоторым не очень существенным потерям в получении электроэнергии, причём именно в этом вопросе таится возможность компромисса, проигнорированная авторами Правил … (2022) [4], которые могли бы, как это предлагала Молдавская Сторона, обеспечить равномерный внутрисуточный сток воды из буферного водохранилища. Следует отметить, что Правила 1987 года устанавливали, что «что «Буферное водохранилище предназначено для выравнивания попусков из Днестровского водохранилища при суточном и недельном регулировании мощности ГЭС». Более того, из окончательного документа в сравнении с предложенным для консультаций в октябре 2021г. вообще исчезли упоминания о режиме работы ГЭС-2. Нежелание авторов уступить даже в малом – характерная черта этого документа. Очевидно, что после подъема уровня буферного водохранилища эффект гидропикинга значительно возрастет, т.к. больший перепад уровней сделает возможность получения большей энергии от ГЭС-2 еще более привлекательной.

Воздействие на объем стока воды. Годовой сток Днестра уменьшился. Было продемонстрировано, что это произошло не только ввиду изменения климата, но и в результате воздействия Днестровского гидроэнергокомплекса [9]. И, наконец, также можно отметить, что общий объем годового стока Днестра продолжает снижаться, в т.ч. в 2016–2019 гг. до 8,72 км$^3$, в Бендерах. Если посмотреть на последние 10 лет (2010–2019 гг.), то в этот период среднегодовой сток составил уже 7,64 км$^3$ против 10,22 км$^3$ в 1951–1980 гг. и 9,15 км$^3$ в 1991–2015 гг. Накопление воды в водохранилищах Днестровского гидроэнергокомплекса привело к уменьшение объемов годового стока Днестра на более 6% на ближайшем гидрологическом посту ниже по течению от плотины и примерно на 9% в Нижнем Днестре. Выяснение причин этих потерь смогло бы помочь их избежать или уменьшить в дальнейшем.

Весенний экологический попуск. Правила устанавливают максимальный размер весеннего экологического попуска при расходе воды обеспеченностью меньше 75% – не более 700 м$^3$/с, а при расходах воды обеспеченностью 75% и более – 300-400 м$^3$/с. Очевидно, что такие цифры попусков не соответствуют потребностям экосистемы низовий Днестра, где расположены водно-болотные угодья международного значения двух стран, поскольку не обеспечивают должного залития территорий размножения рыб и птиц.

Нынешняя практика установления режима экопопуска заранее, до появления ясной картины динамики весенних температур способствует преждевременной бесполезной растрате накопленной в Днестровском водохранилище воды. Нехватке воды для попусков также содействует практика заблаговременного, в феврале-марте, сброса воды из Днестровского водохранилища, что не позволяет накопить необходимый для качественного попуска объем.

## Аспект двустороннего сотрудничества по Днестру при разработке и принятии Правил (2022).

Правила, утвержденные Украинской Стороной в 2022г., были приняты в результате более чем 13-летнего обсуждения с Молдавской Стороной, сначала в рамках проектов Днестр-2 и Днестр-3, а затем и в ходе проекта GEF по Днестру и заседаний Днестровской комиссии и ее рабочих групп.

Более того, в эти же годы в рамках заседаний двусторонней Комиссии по экономическому сотрудничеству обсуждался проект межправительственного соглашения о функционировании Днестровского гидроэнергокомплекса, в котором нуждались украинские гидроэнергетики в связи с необходимостью укрепления молдавского участка правого берега перед поднятием уровня буферного водохранилища. Камнем преткновения стала Статья 6 проекта, посвященная экологическим проблемам, возникшим в связи с функционированием гидрокомплекса. В свою очередь, Украинской Стороне требовалось получить в длительную аренду 19 га молдавской территории вдоль правого берега. На сентябрь 2022 г. обе стороны не уступили друг другу по обеим проблемам. Предполагалось, что Положение о функционировании Днестровского гидроэнергоузла станет частью Соглашения, однако при нынешнем содержании Положения обоюдостороннее одобрение такого решения весьма сомнительно.

При обсуждении Положения, предложения Молдавской Стороны очень редко брались во внимание, и в результате мы получили документ, отражающий интересы гидроэнергетиков Украины, а не стран-соседей, и других заинтересованных лиц обеих стран бассейна, как и экосистемы реки. В

качестве косвенного формального индекса тенденций учета трансграничного аспекта можно привести частоту употребления в четырех документах слова «Молдова» и её производных. Так, в Правилах 1987 г. это слово («Молдавия», «МССР», «Молдова» и производные) упоминается 11 раз, в проекте Правил 2011 г. – 186 раз, в проекте Правил 2017 г. – 18 раз и в утвержденных Правилах 2022 г. – 2 раза.

Аарон Вольф с соавторами [10] отмечает, что односторонние действия в сфере трансграничных вод могут усилить напряженность и региональная нестабильность, что спровоцирует проблемы, требующие годы лет или даже десятилетия для разрешения.

Европейский Союз в ответ на обращение Эко-ТИРАСа (письмо от 6 апреля 2017 г., подписано Lawrence Meredith, Director of the Neighborhood and Enlargement Negotiations): "... The European Union believes that any programme for development of energy in Ukraine, including development of hydro-power, should undergo a Strategic Environmental Assessment, and that European Impact Assessments are needed for individual hydro-power plants, taking into account cumulative and trans-boundary impacts. Implementation of the Environmental Impact Assessment Directive is also part of the Energy Community requirements. It is also important to consider the impact of hydro-power plants on the water bodies, in line with the Water Framework Directive. There is already existing EU assurance to Ukraine related to the implementation of the Association Agreement. I want to assure you that the importance of sustainable investments is regularly discussed as part of the dialogue within EU-Ukraine Association Agreement as well as with other partner countries, and with European financing institutions, with a view to seeking for sustainable solutions and coherence between energy, climate, and environmental policies". Когда писалось это письмо, посвященное отсутствию СЭО при принятии Программы развития гидроэнергеники в Украине до 2026 года, ЕС еще не испытывал проблем энергетического дефицита. Также было известно, что проект Днестровского гидроэнергетического комплекта был задуман в большей степени реализован до того, как Украина стала Стороной Конвенции Эспоо и подписания обязательств перед ЕС. В силу этого надежды, выраженные в этом письме, уже не имели юридической почвы. Сегодня, когда страны ЕС охватил страх, связанный с недостатком энергии, надежды на него как политическую силу, способную повлиять на гидроэнергетическую политику на Днестре в сторону её устойчивости, более чем призрачны.

## Заключение

Представляется, что в дальнейшем сотрудничестве обе стороны должны быть более готовы к взаимным компромиссам на основе уравнивания заинтересованных лиц в их правах по учету интересов по принципу равенства и взаимности и таким образом, чтобы потребности нынешнего поколения удовлетворялись без ущерба для возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности, как это провозглашено Водной конвенцией ЕЭК ООН [11]. Проблему нанесения существенного ущерба экосистеме реки решать нужно, и чем быстрее, тем лучше для обоих народов прибрежных стран. Сегодня это достаточно сложно в условиях коррупции, недостаточной прозрачности процессов принятия решений и устойчивой традиции обеих стран уступать экологические интересы и экосистемные услуги, являющиеся ценностью подавляющей части населения, в обмен на экономические выгоды отдельных структур, а также торговать ими при решении политических и экономических проблем.

## Bibliography


1. Правила эксплуатации водохранилищ днестровского комплексного гидроузла. 1987. Скачать: https://bit.ly/3U2LbNf
2. Правила эксплуатации днестровских водохранилищ (первая редакция), Киев, 2011. Скачать: https://bit.ly/3eJPKfp
3. Правила эксплуатации водохранилищ днестровского каскада ГЭС и ГАЭС при ИЛУ 77,10м буферного водохранилища (на русском и украинском языках). Проект. Скачать: https://bit.ly/3U515GU
4. Правила эксплуатации водохранилищ днестровского комплексного гидроузла. 2022. Скачать: https://bit.ly/3RUkhFI
5. Analysis of the Effects of Dniester Reservoirs on the State of the Dniester River / GEF project "Enabling Transboundary Cooperation and Integrated Water Resources Management in the Dniester River Basin" / UNDP / OSCE / UNECE. Vienna-Geneva-Kyiv-Chisinau, 2019. 64 pp.
https://zoinet.org/wp-content/uploads/2019/12/Dniester-hydropower-effects-EN.pdf
6. Зубков Е. Влияние гидростроительства на экологическое состояние реки Днестр // Academos, nr. 2-3 (7), September 2007. – P. 53 – 57.

7. Dniester Hydro Power Complex Social and Environmental Impact Study: Non-technical summary / Petru Bacal, Daniela Burduja, Olga Cazanteva [et al.]; United Nations Development Program in Moldova (PNUD). – Chişinău: S. n., 2022. – 34 p. ISBN 978-9975-87-938-5 (PDF). https://www.undp.org/moldova/publications/dniester-hydropower-complex-social-and-environmental-impact-study-non-technical-summary
8. Corobov R., Cazanteva O., Sirodoev Gh., Trombitsky I. Economic valuation in the monitoring of ecosystem services. Chisinau: Eco-TIRAS, 2020. 88 p. ISBN 978-9975-128-28-5. https://www.eco-tiras.org/books/ES-book-Eco-TIRAS-2020-final.pdf
9. Corobov R., Trombitsky I.,· Matygin A.,· Onishchenko E. Hydropower impact on the Dniester River streamflow // Environmental Earth Sciences (2021) 80:153. https://doi.org/10.1007/s12665-021-09431-x
10. Wolf Aaron T., Annika Kramer, Alexander Carius, and Geoffrey D. Dabelko. Managing Water Conflict and Cooperation // State of the World. Redefining Global Stability. 2005. 80-208 pp
11. Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. UNECE. https://unece.org/DAM/env/water/publications/WAT_Text/ECE_MP.WAT_41.pdf

# МЕСТО И РОЛЬ БЕНТОСНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ДУБОССАРСКОГО И КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ В ТРОФИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

***С.И. Филипенко, Д.П. Богатый, М.В. Мустя, Г.В. Золотарева***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко,*
*НИЛ «Биомониторинг», г. Тирасполь, Приднестровье,*
*e-mail: zoologia_pgu@mail.ru*

## Введение

Бентосные беспозвоночные – важный компонент вторичной продукции в водных экосистемах, они включены в передачу энергии к верхним трофическим уровням, а в водоемах, где нет рыбы, даже могут занимать высший трофический уровень в пищевых цепях. Являясь основой кормового ресурса, зообентос считается одним из факторов, влияющим на рыбопродуктивность водоемов [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Установлено, что в процессах пищеварения рыб помимо ферментов, синтезируемых их пищеварительной системой, участвуют ферменты объектов питания, реализующие индуцированный аутолиз [7, 8, 9].

## Материалы и методы

Материалом исследований послужили данные исследований зообентоса Дубоссарского и Кучурганского водохранилищ за период 2010-2021 гг.

Потенциальный прирост ихтиомассы по кормовым ресурсам зообентоса рассчитывали по формуле [10]:

$$X_z = B \times P/B \times K_3 \times K_2^{-1} \times n^{-1}$$, где:

*B* – средняя биомасса макрозообентоса, г/м$^2$;
*P/B* – коэффициент для перевода биомасс кормовых организмов в продукцию кормовых организмов;
$K_2$ – кормовой коэффициент для перевода продукции макрозообентоса в прирост ихтиомассы;
$K_3$ – показатель предельно возможного использования биомассы макрозообентоса;
*n* – число видов рыб, потребителей зообентоса

**Значения P/B-коэффициентов, кормовых коэффициентов ($K_2$) и доли усваиваемой биомассы кормовых организмов ($K_3$)**

| Группы кормовых организмов | P/B | $K_2$ | $K_3$ |
|---|---|---|---|
| Реки и озера | | | |
| Фитопланктон | 175 – 353 | 30 | 0,30 |
| Зоопланктон | 30 – 45 | 10 | 0,54 |
| Макрозообентос | 2,2 – 14 | 8 | 0,45 |
| Непромысловые виды рыб – кормовая база рыб-хищников | | 10 | 0,75 |

| Кучурганское водохранилище | | | |
|---|---|---|---|
| Фитопланктон | 511 | 30 | 0,50 |
| Зоопланктон | 51 | 10 | 0,60 |
| Макрозообентос | 3,8-12 | 7-25 | 0,25-0,50 |
| Непромысловые виды рыб – кормовая база рыб-хищников | | 7 | 0,75 |

Продукция различных групп зообентоса определялась на основании годовых P/B-коэффициентов, рассчитанных для массовых видов различных групп донной фауны с учетом климатических условий региона и литературных данных [11, 12, 13].

| Группы организмов | | Значения P/B коэффициентов | Данные |
|---|---|---|---|
| Аннелиды | Олигохеты | 6 | Тодераш, Владимиров, 1988 |
| | Полихеты | 5 | данные Ин-та зоологии АН М |
| Вторично-водные насекомые, исключая хирономид | | 4 | Тодераш, Владимиров, 1988 |
| Хирономиды | *Chironomus plumosus* | 16 | Тодераш, 1984, 1991 |
| | мирные формы | 26 | |
| | хищные формы | 26 | |
| Высшие ракообразные | Амфиподы | 7 | Тодераш, Владимиров, 1988 |
| | Мизиды | 18 | данные Ин-та зоологии АН Молдовы |
| | Кумовые | 8 | |
| Моллюски | *Dreissena polymorpha* | 3 | |
| | другие виды | 2 | |

В основу расчета числа видов рыб, потребителей зообентоса легли данные по трофическим особенностям рыб Молдовы [14, 15], а также видовому составу рыб Дубоссарского и Кучурганского водохранилищ [16, 17; 18, 19].

**Таблица 1. Виды рыб, потребителей зообентоса**

| № | Виды рыб | Дубоссарское водохранилище | Кучурганское водохранилище |
|---|---|---|---|
| | **Промыслово-ценные** | | |
| 1 | Лещ (*Abramis brama)* | + | + |
| 2 | Карась серебряный (*Carassius auratus)* | + | + |
| 3 | Сазан (*Cyprinus carpio)* | + | + |
| 4 | Усач (*Barbus barbus)* | + | - |
| 5 | Вырезуб (*Rutilus frisii)* | + | - |
| 6 | Тарань (плотва) (*Rutilus rutilus heckeli)* | + | + |
| 7 | Рыбец *(Vimba vimba)* | + | - |
| 8 | Линь (*Tinca tinca)* | + | + |
| 9 | Стерлядь (*Acipenser ruthenus)* | + | - |
| | **Другие** | | |
| 10 | Амурский чебачок (*Pseudorasbora parva)* | + | + |
| 11 | Густера (*Blicca bjoerkna)* | + | + |
| 12 | Белоглазка (*Ballerus sapa)* | + | - |
| 13 | Днестровский пескарь (*Gobio sarmaticus)* | + | - |
| 14 | Елец (*Leuciscus leuciscus)* | + | + |
| 15 | Обыкновенный вьюн (*Misgurnus fossilis)* | - | + |
| 16 | Бобырец (*Petroleuciscus borysthenicus)* | - | + |
| 17 | Обыкновенная щиповка (*Cobitis taenia)* | + | + |
| 18 | Ерш обыкновенный (*Gymnocephalus cernuus)* | + | + |
| 19 | Бычок песочник (*Neogobius fluviatilis*) | + | + |
| 20 | Бычок кругляк (*N. melanostomus)* | + | + |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 21 | Бычок цуцик (*Proterorhinus marmoratus)* | + | + |
| 22 | Бычок гонец (*N. gymnotrachelus)* | + | + |
| 23 | Бычок каспиосома (*Caspiosoma caspium)* | - | + |
| 24 | Бычок рыжик (*N. eurycephalus)* | - | + |
| 25 | Пуголовка голая (*Benthophilus nudus)* | - | + |
| 26 | Бычок Книповича (*Knipowitshia longicaudata)* | - | + |
| **Всего** | | **20** | **20** |

## Результаты исследований

Наряду с гидрологическими и гидрохимическими факторами, детерминирующими формирование и состояние ихтиоценозов, большую роль имеет кормовая база водоемов и, в первую очередь, зообентос, который составляет основу рациона таких имеющих важное промысловое значение бентофагов Кучурганского и Дубоссарского водохранилищ, как лещ, карп, карась, линь, тарань [16, 17, 18, 19].

Донная фауна водохранилищ характеризуется достаточным видовым разнообразием и высокими показателями численности и биомассы зообентоса с преобладанием олигохет, хирономид, высших ракообразных и моллюсков [20, 21, 22]. Личинки стрекоз, подёнок и ручейников крайне малочисленны на открытых грунтах, и в основном распространены в прибрежной зоне зарослей макрофитов. Доминирующее положение по численности и биомассе в «мягком» зообентосе водохранилищ занимают олигохеты и хирономиды. Массовое развитие этих групп гидробионтов сопряжено с их экологической валентностью, будучи эврибионтными организмами, они слабее других реагируют на изменение условий окружающей среды, в частности, на изменение температурного режима воды и содержание в ней химических веществ.

Определяющим фактором в формировании кормовой базы рыб является биомасса «мягкого» (кормового) зообентоса. В водохранилищах на протяжении с 2010 по 2021 г. биомасса «мягкого» зообентоса варьировала в пределах от 7,12 до 31,26 г/м$^2$ в Кучурганском водохранилище (в среднем 13,22 г/м$^2$) и от 7,06 до 27,36 г/м$^2$ в Дубоссарском водохранилище (в среднем 13,37 г/м$^2$) (рис. 1).

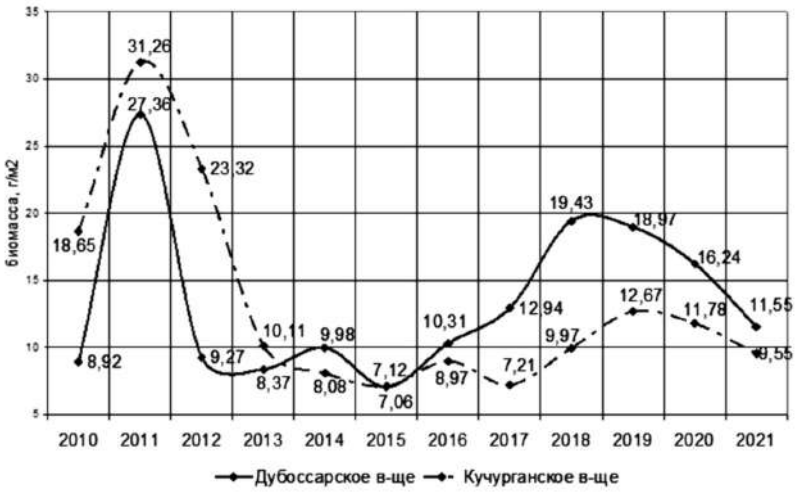



**Рис. 1.** Динамика изменения биомассы (г/м$^2$) «мягкого» зообентоса в Кучурганском и Дубоссарском водохранилищах, в 2010-2021 гг.

Организмы зообентоса, обладая высокой кормовой ценностью, входят в спектр питания многих видов рыб. Так у леща Кучурганского водохранилища донные гидробионты составляют 45-75% от рациона питания, у карася доля зообентоса в рационе увеличивается с 13-46 % у молоди до 84-100% у старших возрастов, у окуня (в основном молоди) – 46-67,5%. На 100 % из донных гидробионтов состоит рацион бычков водохранилища. Наиболее слабо использует зообентос в качестве пищи растительноядная густера – до 4,5 % и красноперка. У мелких щук (8-12 см) зообентос может составлять до 6% от массы пищевых комков [1].

Особой кормовой ценностью и доступностью для рыб выделяются хирономиды. У одного из наиболее массовых видов хирономид Кучурганского и Дубоссарского водохранилищ *Chironomus plumosus* содержание абсолютного сухого вещества в теле личинок колеблется в пределах 8,8-14,5 % с калорийностью 5,6 ккал/г. Питательная ценность также велика: 69,9 % протеинов, 8,8 % жиров и 19,7% углеводов от массы сухого вещества, а также 10 микроэлементов [11]. В теле личинок хирономуса содержатся также витамины А – 0,231, каротин – 0,187, $B_1$ – 0,18, $B_2$ – 0,483, а также $B_{12}$ – 0,154 мкг/г сухого вещества [1].

Наиболее активными потребителями хирономид в бассейне Днестра являются ерш, карп, лещ, рыбец, белоглазка, усач, серебряный карась, о чем свидетельствуют высокие положительные индексы

пищевой элективности по отношению к хирономидам (+0,91 у ерша, +0,87 у карпа, +0,86 у рыбца и леща, +0,84 у усача, +0,81 у белоглазки и +0,67 у карася) [23].

Среди рыб-бентофагов Днестра наиболее активно поедают хирономид белоглазка (27,3% от массы пищи) и лещ (24,7%) [24]. В Кучурганском водохранилище удельный вес хирономид в кишечнике в среднем доходит до 67% от общего веса пищевых комков у линя, 56 % у карпа, 39 % у тарани и 32 % у бычков [1].

Об определяющей роли хирономид в приросте рыбопродуктивности водоемов свидетельствуют расчеты И.К. Тодераша [11], согласно которым годовой прирост рыбопродуктивности в Дубоссарском водохранилище на 65,6% обеспечивается за счет утилизации продукции хирономид, 30,2 % – олигохет, 2,6 % – высших ракообразных и 1,5 % – за счет моллюсков.

Олигохеты по кормовой ценности и калорийности близки к личинкам хирономид и содержат 46-58% протеинов, 15-24% углеводов и 11-15% жиров от массы сухого вещества с общей калорийностью – 5,8 ккал/г. В отличие от хирономид, олигохеты, в связи с их погружением глубоко в ил, менее доступны рыбам. В водоемах Молдовы олигохеты входят в пищевой рацион более 20 видов рыб, среди которых наиболее активными их потребителями в водоемах бассейна Днестра являются рыбец (до 43% от массы содержимого кишечника), белоглазка (5-36%), карп (10-29%), голавль (18%). Удельное значение олигохет в пищевом спектре у леща составляет 6,9 %, а у карася – 3,4 % [1].

Высшие ракообразные обладают высокой пищевой ценностью для рыб, но в рационе бентофагов занимают незначительную долю.

Большое содержание питательных веществ обеспечивают высокую кормовую ценность мизид, у которых процент жиров от сухой массы тела составляет 7,3-12,3, протеинов – 69,8-75,2%, углеводов – 4,2-7,8%, общая калорийность – 4,18-4,28 ккал/г [1].

В водохранилищах бассейна Днестра удельное значение амфипод и мизид в пище бентофагов колеблется от 0,6 % у тарани до 6,6 % у леща и 8,3 % у белоглазки. Даже у такого зоопланктофага, как уклея, удельный вес высших ракообразных в рационе в среднем составляет 13 %. Большую долю высшие ракообразные занимают в питании хищных рыб. Так у жереха их удельный вес в рационе составляет около 68 %, у окуня – 64 %, молоди судака – до 70 %, а у ершей – почти 80 % [1, 24].

В 2021 г. нами отмечен факт включения в пищевой рацион некоторых видов рыб Кучурганского водохранилища нового инвазивного вида ракообразных – Североамериканского краба *Rhithropanopeus harrisi* (рис. 2).

**Рис. 2.** Краб *Rhithropanopeus harrisi* в кишечнике окуня обыкновенного из Кучурганского водохранилища

В отношении моллюсков бентофаги более избирательны. Наиболее активно в бассейне Днестра поедают моллюсков тарань (до 65 % от массы пищи) и карп (до 16 %) [25]. Эффективность использования продукции двустворчатых моллюсков в водоемах бассейна Днестра крайне мала – от десятых долей процента в Дубоссарском водохранилище до 1,5 % в Кучурганском водохранилище.

Из бентофагов Кучурганского водохранилища наиболее активными потребителями дрейссены являются карп (56,6 % от массы содержимого кишечника), линь (44,7 %) и тарань (33,1 %). Доля дрейссены в рационе леща водоема-охладителя Молдавской ГРЭС крайне незначительна – 0,2 %, а карась и густера ее практически не потребляют. Наиболее интенсивно в Кучурганском водохранилище утилизируют дрейссену бычки, в кишечнике которых она может занимать до 99 %. Более доступными для поедания рыбами являются сеголетки и двухлетки моллюска размером до 14 мм [1, 26].

Активным потребителем дрейссены в Кучурганском водохранилище является солнечный окунь. Думитру Булат [14; 15, 27] установлено, что в водохранилище солнечный окунь, в отличие от других водоемов Молдовы, отличается ускоренным ростом, достигая массы 160 г., во многом благодаря активному потреблению дрейссены. Степень наполнения пищеварительного тракта окуня в вегета-

тивный период соответствует значениям 4-5 баллов, что свидетельствует о высокой интенсивности питания этим легкодоступным трофическим ресурсом.

В процессах пищеварения рыб помимо ферментов, синтезируемых их пищеварительной системой, участвуют ферменты объектов питания, реализующие индуцированный аутолиз. Нами [7, 8] были исследованы ферменты разных видов рыб Кучурганского водохранилища и их объектов питания – организмов зообентоса. Были выявлены различия в уровне активности и pH-зависимости ферментов, обеспечивающих гидролиз белковых компонентов, входящих в состав слизистой оболочки кишечника и химуса рыб, а также их объектов питания (табл. 2). Установлено, что ферменты организмов бентоса оказываются более устойчивыми к воздействию низких значений pH, чем протеиназы кишечника рыб, что позволяет предположить, что протеиназы некоторых видов зообентоса, входящих в состав пищи рыб разных экологических групп, могут компенсировать относительно низкую активность протеиназ, синтезируемых пищеварительной системой рыб [7, 8].

**Таблица 2. Влияние pH на активность гликозидаз потенциальных объектов питания бентофагов Кучурганского водохранилища, мкмоль/(г·мин)**

| Вид | Значения pH | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **5.0** | **6.0** | **7.0** | **8.0** | **9.0** | **10.0** |
| Личинки хирономид | 1.16±0.08 (45.31) | 1.96±0.12 (76.56) | **2.56±0.11 (100)** | 2.42±0.10 (94.53) | 1.73±0.09 (67.58) | 0.70±0.06 (27.34) |
| Дрейссена | 1.33±0.14 (25.68) | 4.12±0.15 (79.54) | **5.18±0.12 (100)** | 4.05±0.06 (78.19) | 1.93±0.11 (37.26) | 0.80±0.12 (15.44) |
| Бокоплавы | 0.45±0.13 (22.61) | 1.56±0.08 (78.39) | **1.99±0.11 (100)** | 1.33±0.08 (66.83) | 0.43±0.08 (21.61) | 0.30±0.06 (15.08) |
| Олигохеты | 2.9±0.22 (39.19) | 6.10±0.17 (82.43) | **7.40±0.17 (100)** | 6.6±0.17 (89.19) | 2.1±0.17 (28.38) | 0.8±0.23 (10.81) |

Примечание. Жирным шрифтом выделены величины оптимума pH. В скобках указана относительная активность, % от максимума, принятого за 100.

Активность протеиназ кормового зообентоса значительно зависит также от температуры [9]. Однако при стандартной температуре 20°С у олигохет, пресноводной креветки и дрейссены разницы в активности не наблюдается, а у личинок хирономид она в 2 раза ниже. Как и у слизистой, и химуса рыб максимальная активность протеназ объектов их питания в большинстве случаев наблюдается при 40°С, а минимальная при 0°С.

Характер изменения активности протеиназ в организмах зообентоса при изменении температуры от 0 до 40°С также различается в зависимости от таксономической принадлежности. Так, активность протеиназ у олигохет, личинок хирономид, пресноводной креветки и дрейссены увеличивается в 6, 2.6, 2.3 и 1.3 раза соответственно. Повышение температуры с 40 до 60°С вызывает резкое снижение активности ферментов у хирономид, олигохет, креветок и дрейссены в 1.9, 2.1, 2.3 и 3.1 раза соответственно (табл. 3).

**Таблица 3. Влияние температуры на активность протеиназ объектов питания рыб (зообентоса) Кучурганского водохранилища**

| Объект питания | Температура проведения эксперимента in vitro, °С | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **0** | **20** | **40** | **60** |
| личинки хирономид | 0.53±0.17 | 0.97±0.04 | **1.39±0.16** | 0.72±0.03 |
| олигохеты | 0.95±0.09 | 1.86±0.12 | **5.70±0.14** | 2.70±0.12 |
| пресноводная креветка | 1.2±0.09 | 1.95±0.04 | **2.70±0.14** | 1.2±0.05 |
| дрейссена | 2±0.09 | 1.97±0.07 | **2.53±0.05** | 0.81±0.08 |

Нами установлено, что у слизистой и химуса рыб, а также объектов их питания (организмов бентоса) максимальная активность ферментов выявлена при 40°С. В зоне постмаксимальных температур также наблюдается высокая активность ферментов рыб и их объектов питания. Активность протеиназ у организмов зообентоса при температуре 20°С ниже, чем у консументов, но максимум активности также достигает при 40ºС [9].

О высокой кормовой ценности зообентоса Кучурганского водохранилища свидетельствуют данные сравнительного анализа уровня активности протеиназ у такого типичного бентофага, как лещ из

Кучурганского и Рыбинского водохранилищ. Установлено, что у леща Кучурганского водохранилища протеолитическая активность слизистой и химуса выше, чем у леща из Рыбинского водохранилища на 18,0 и 14,5% при оптимальных значениях pH (10,0), и на 62,2 и 6,1% при нейтральных значениях pH (7,0) [2]. Больший уровень активности протеиназ у леща Кучурганского водохранилища предположительно обусловлен, с одной стороны, более высокой температурой воды в период активного питания, а с другой – большим содержанием белка в тканях зообентоса – основного объекта питания [28].

Обладая богатой кормовой ценностью, различные группы зообентоса имеют различную степень доступности для рыб, которая зависит от размеров донных гидробионтов, их численности, продукции, характера распределения и ряда других факторов. Сильное влияние на обеспеченность рыб пищей оказывает характер ее распределения на дне. Чем более агрегированы организмы бентоса, тем более они доступны для рыб, увеличение агрегированности эквивалентно увеличению биомассы корма.

Фактором, который в большой степени влияет на доступность зообентоса для рыб, является особенность его распределения в толще грунта. Организмы бентоса, обитающие на илистых грунтах глубже 10 см практически недоступны для рыб. Эффективность утилизации рыбами продукции олигохет, глубоко погруженных в ил Дубоссарского водохранилища, не превышает 3,5%. Большая часть бентоса может быть также недоступна для рыб и на песчаных грунтах [1].

Исходя из доступности зообентоса, ведущую роль в питании рыб Кучурганского и Дубоссарского водохранилищ играют хирономиды и олигохеты, ракообразные и полихеты реже встречаются в пищевых комках. Из моллюсков утилизируются в основном мелкие особи дрейссены и литоглифусы. Несмотря на крупные размеры моллюсков, до 30 % их продукции также может использоваться рыбами [1].

**Потенциальная рыбопродуктивность водохранилищ бассейна Днестра по кормовым ресурсам (зообентосу)**

Средний потенциальный прирост ихтиомассы водохранилищ по кормовым ресурсам основных групп «мягкого» зообентоса рассчитывали отдельно для промыслово-ценных и остальных видов рыб (табл. 4).

**Таблица 4. Средний потенциальный прирост ихтиомассы (кг/га) Дубоссарского и Кучурганского водохранилищ по основным кормовым ресурсам «мягкого» зообентоса (2010-2021 гг).**

| Группа зообентоса | Дубоссарское водохранилище | | | Кучурганскоеводохранилище | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | П | Д | всего | П | Д | всего |
| Олигохеты | 1,665 | 1,362 | 3,027 | 2,011 | 0,670 | 2,681 |
| Полихеты | 0,012 | 0,010 | 0,022 | 0,174 | 0,058 | 0,232 |
| Хирономиды | 13,211 | 10,808 | 24,019 | 26,705 | 8,900 | 35,605 |
| Высшие ракообразные | 0,184 | 0,150 | 0,334 | 0,535 | 0,178 | 0,713 |
| Ceratopogonidae | 0,060 | 0,049 | 0,109 | 0,050 | 0,016 | 0,066 |
| Всего по основным группам зообентоса | 15,132 | 12,379 | 27,511 | 29,475 | 9,822 | 39,297 |

Примечание: П – промысловоценные виды рыб; Д – другие виды рыб

Несмотря на то, что в среднем за период исследований общая биомасса кормового зообентоса Дубоссарского (13,37 г/м$^2$) и Кучурганского водохранилищ (13,22 г/м$^2$) практически оказалась одинаковой, она различается по основным группам «мягкого» зообентоса (табл. 5).

**Таблица 5. Средняя биомасса (г/м$^2$) основных групп «мягкого» зообентоса Дубоссарского и Кучурганского водохранилищ (2010-2021 гг.)**

| Группа зообентоса | Дубоссарское водохранилище | Кучурганское водохранилище |
|---|---|---|
| Олигохеты | 4,44 | 2,97 |
| Полихеты | 0,036 | 0,306 |
| Хирономиды | 8,13 | 9,13 |
| Высшие ракообразные | 0,42 | 0,68 |
| Ceratopogonidae | 0,24 | 0,01 |
| Всего по основным группам кормового зообентоса | 13,27 | 13,09 |

Биомасса наиболее ценных в кормовом отношении хирономид выше в Кучурганском водохранилище, что наряду с меньшим числом промылово-ценных видов рыб определяет более высокую потенциальную рыбопродуктивность по «мягкому» зообентосу Кучурганского водохранилища (39,29 кг/га) в сравнении с Дубоссарским (27,51 кг/га) (рис. 3).

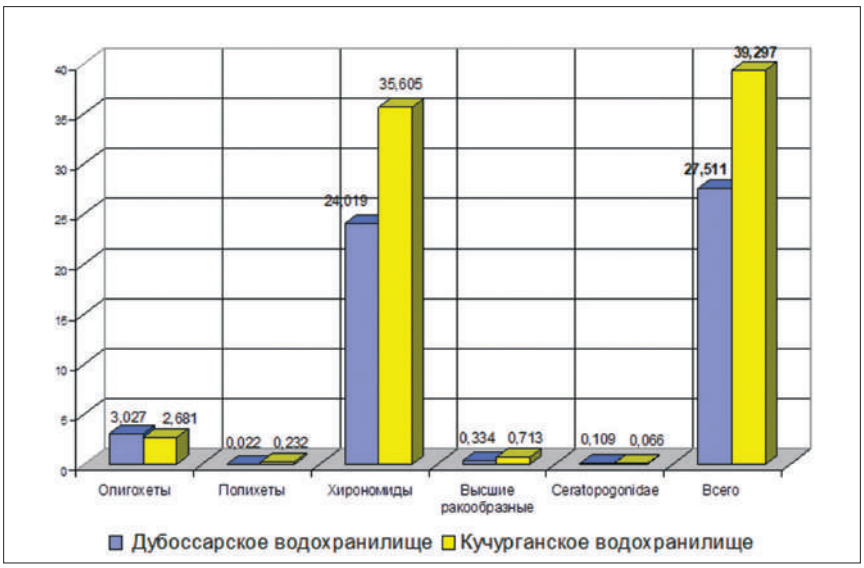



**Рис. 3.** Средняя (2010-2022 гг.) потенциальная рыбопродуктивность (кг/га) Дубоссарского и Кучурганского водохранилищ по основным группам «мягкого» зообентоса

Таким образом, только за счет таких основных компонентов «мягкого» зообентоса, как олигохеты, полихеты, хирономиды, высшие ракообразные и цератопогониды потенциальный прирост ихтиомассы в среднем за период 2010-2021 гг. мог составить в Дубоссарском водохранилище 27,51 кг/га; в Кучурганском водохранилище 39,29 кг/га.

## Литература


1. Филипенко С.И. Роль зообентоса в питание рыб-бентофагов Кучурганского водохранилища // Вестник Приднестровского университета, 2014. Сер.: Медико-биологические и химические науки. – №2(47). – С. 107-112.
2. Кузьмина В.В., Золотарева Г.В., Шептицкий В.А., Филипенко С.И. Роль объектов питания и микробиоты в процессах пищеварения рыб из разных экосистем. – Тирасполь: Изд-во Приднестровского университета, 2016. – 196 с.
3. Филипенко С.И., Чур С.В., Филипенко Е.Н. Кормовые ресурсы и рыбопродукционный потенциал Кучурганского водохранилища // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Материалы научно-практической конференции (с международным участием). Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2018. – С. 210-216
4. Филипенко С.И. Кормовой зообентос Дубоссарского водохранилища и вариабельность динамики его биомассы в современных гидрологических условиях Днестра // Проблемы экологии и сохранения биоразнообразия Приднестровья. Сборник научных статей. Выпуск 5. – Бендеры: Полиграфист, 2020. – С. 107 – 111.
5. Филипенко С.И., Филипенко Е.Н. Кормовые ресурсы и рыбопродукционный потенциал Дубоссарского водохранилища // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России. Материалы XXII Международной научной конференции (г. Грозный, 4-6 ноября 2020 г.). – Махачкала: АЛЕФ, 2020. – С. 390-394.
6. Филипенко С.И., Мустя М.В. Рыбохозяйственный потенциал водоемов Приднестровья // Оптимизация территориальной организации хозяйства Приднестровья как фактор обеспечения устойчивого развития республики. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2022. – С. 152-159.
7. Золотарева Г.В., Кузьмина В.В., Шептицкий В.А., Филипенко С.И. Характеристика пищеварительных гидролаз рыб разных видов и их объектов питания из Кучурганского водохранилища // «Pontus Euxinus 2015» : тезисы IX Всероссийской научно- практической конференции молодых ученых (с международным участием) по проблемам водных экосистем, посвященной 100-летию со дня рождения д.б.н., проф., чл.-кор. АН УССР В. Н. Грезе (17-20 ноября 2015 г.). –Севастополь: DigitPrint, 2015. – С. 70-72.
8. Золотарева Г.В., Кузьмина В.В., Филипенко С.И. Характеристика активности гликозидаз беспозвоночных – потенциальных объектов питания планкто- и бентофагов Кучурганского водохранилища // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Материалы научно-практической конференции (с международным участием). Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2018. – С. 234-237.

9. Золотарева Г.В., Чорная Е.Ю., Талпа Г.В., Кузьмина В.В., Филипенко С.И., Шептицкий В.А. Влияние температуры на активность протеиназ у рыб и их объектов питания из Кучурганского водохранилища // Hydropower impact on river ecosystem functioning: Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019. – Tiraspol: Eco-Tiras, 2019 (Tipogr. «Print-Caro»). С. 127-130.
10. Instrucţiune privind evaluarea prejudiciului cauzat resurselor piscicole din bazinele acvatice ale Republicii Moldova. Ministerul Ecologiei, Construcţiilor şi Dezvoltării Teritoriului al Republicii Moldova. 7 octombrie 2003, nr. 206. – 27 p.
11. Тодераш И.К. Функциональное значение хирономид в экосистемах водоемов Молдавии. – Кишинев: Штиинца, 1984.- 172 с.
12. Тодераш И.К. Общие основы оценки функционального значения популяций водных животных в экосистемах континентальных водоемов: Автореф. дис. докт. биол. наук. – Л., 1991. – 47 с.
13. Тодераш И.К., Владимиров М.З. Роль донных гидробионтов в продукционно-деструкционных процессах // Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. – Кишинев: Штиинца, 1988. – С. 138 – 149.
14. Bulat Dum., Bulat Den., Toderaş I., Usatii M., Zubcov E., Ungureanu L. Biodiversitatea, bioinvazia şi biondicaţia: (in studiul faunei piscicole din Republica Moldova). – Chişinău: S. n., 2014 (Tipogr. “Foxtrot”). – 430 p.
15. Bulat Dumitru. Ihtiofauna Republicii Moldova: amenințări tendințe și recomandări de reabilitare. – Chişinău : S. n., 2017 (Tipogr. “Foxtrot”). – 343 p.
16. Мустя М.В., Филипенко С.И. Современное состояние промысловой ихтиофауны Дубоссарского водохранилища // Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сборник научных статей. – Бендеры: Eco-TIRAS, 2016 – С. 457-460.
17. Мустя М.В., Филипенко С.И. Промысловая ихтиофауна Кучурганского водохранилища в условиях усиленной антропогенной нагрузки // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России. Материалы XXII Международной научной конференции (г. Грозный, 4-6 ноября 2020 г.). – Махачкала: АЛЕФ, 2020. – С. 327-332.
18. Филипенко С.И., Зубкова Н.Н., Тихоненкова Л.А., Филипенко Е.Н. Промысловая ихтиофауна Кучурганского водохранилища и роль отдельных видов в накоплении металлов в водоеме-охладителе Молдавской ГРЭС // International symposium «Functional ecology of animals»: dedicated to the 70th anniversary from the birth of academician Ion Toderaş, 21 september 2018. – Chişinău: Imprint Plus, 2018. – С. 413-420.
19. Филипенко С.И., Мустя М.В., Филипенко Е.Н. Промысловая ихтиофауна Дубоссарского и Кучурганского водохранилищ // Вестник Приднестровского университета. Сер.: Медико-биологические и химические науки: № 2 (68), 2021. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2021. – С. 136-145.
20. Филипенко С.И. Зообентос двух контрастных водохранилищ Молдовы // Материалы XIX Международной научной конференции с элементами научной школы молодых ученых «Биологическое разнообразие Кавказа и юга России», посвященной 75-летию со дня рождения доктора биологических наук, Заслуженного деятеля науки РФ, академика Российской экологической академии, профессора Гайирбега Магомедовича Абдурахманова. (г. Махачкала, 4-7 ноября 2017г.) – Махачкала: Типография ИПЭ РД 2017.- С. 523-525.
21. Филипенко С.И. Зообентос Дубоссарского и Кучурганского водохранилищ // International symposium «Functional ecology of animals»: dedicated to the 70th anniversary from the birth of academician Ion Toderaş, 21 september 2018. – Chişinău: Imprint Plus, 2018. С. 421-427.
22. Филипенко С.И., Мустя М.В. Рыбохозяйственный потенциал водоемов Приднестровья // Оптимизация территориальной организации хозяйства Приднестровья как фактор обеспечения устойчивого развития республики. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2022. – С. 152-159.
23. Владимиров М.З., Тодераш И.К. Эффективность использования рыбами продукции зообентоса в Дубоссарском водохранилище // Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование. – Кишинев: Штиинца, 1980. – С. 152-159.
24. Владимиров М.З., Тодераш И.К. Спектр питания массовых видов рыб в некоторых водных экосистемах бассейна Днестра и степень использования кормовых ресурсов зообентоса // Академику Л.С. Бергу – 125 лет: Сборник научных статей. – Бендеры, 2001. – С. 62-65.
25. Владимиров М.З. Интенсивность выедания продукции макрозообентоса мирными и хищными рыбами в Дубэсарском водохранилище // II съезд гидробиологов Молдовы. – Кишинев, 1991. – С. 21-23.
26. Владимиров М.З., Тодераш И.К. Продукция дрейссены Кучурганского водохранилища – охладителя Молдавской ГРЭС и эффективность ее утилизации рыбами // Рыбохозяйственное исследование прудов и естественных водоемов Молдавии. – Кишинев, 1985. – С. 74-83.
27. Bulat Dumitru. Ihtiofauna Republicii Moldova: geneza, starea actuală, tendințe și măsuri de ameliorare. – Teză de doctor habilitat în științe biologice. – Chişinău, 2019. – 269 p.
28. Филипенко С.И., Чур С.В., Филипенко Е.Н. Кормовые ресурсы и рыбопродукционный потенциал Кучурганского водохранилища // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Материалы научно-практической конференции (с международным участием). Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2018. – С. 210-216.

# ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КУЧУРГАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И РОЛЬ СТОКОВ В ЕГО ЗАГРЯЗНЕНИИ

***Е.Н. Филипенко, С.И. Филипенко, Л.А. Тихоненкова***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25 Октября, 128, Тирасполь, 3300, Молдова, Приднестровье*
*Тел. (+373)77740640; электронная почта: zoologia_pgu@mail.ru*

## Введение

Кучурганское водохранилище (до зарегулирования и трансформации в 1964 г. в водоем-охладитель Молдавской ГРЭС) является трансграничным водоемом, расположенным на границе Приднестровья и Украины. Акватория водохранилища занимает около 2730 га со средней глубиной 3,5 и максимальной 5,0 м, объем воды – 88 млн. м$^3$. Водохранилище является непроточным водоемом с принудительным водообменном (до 24 млн. м$^3$ в год) с р. Турунчук. Вследствие непроточности, воздействия Молдавской ГРЭС, коммунально-бытовых сбросов и загрязненных вод впадающей в водохранилище реки Кучурган, водоем охладитель подвержен усиленному антропогенному воздействию.

Цель исследований: изучить современное состояние качества воды водохранилища и роль стоков в его загрязнении.

## Материалы и методы

Материалом послужили пробы воды из Кучурганского водохранилища, отобранные ежемесячно с апреля по ноябрь месяц 2017-2021 гг. Отбор проб проводился с лодки на расстоянии 300-500 м. от берега на 3-х участках водохранилища – верхнем, среднем и нижнем. Для оценки воздействия стока реки Кучурган на гидрохимические показатели водохранилища весной, летом и осенью 2019 г. был проведен отбор проб в устье реки в районе железнодорожного моста. На аналитические исследования пробы доставлялись в день отбора без консервации отдельных показателей.

Гидрохимические анализы проводились в аккредитованных лабораториях (в 2017-2019 гг. в химико-аналитической лаборатории ГУ «Республиканский НИИ экологии и природных ресурсов», в 2020 г. – в Республиканском центре гигиены и эпидемиологии, в 2021 г. – в лабораторно-аналитическом отделе Государственной службы экологического контроля и охраны окружающей среды) по утвержденным в ПМР методикам [1]. Определялись следующие гидрохимические показатели качества воды: активность ионов водорода pH, хлориды, сульфаты, аммонийные ионы и аммиак, азот нитратный, азот нитритный, сухой остаток, взвешенные вещества, биохимическое потребление кислорода, нефтепродукты, щёлочность, общая жесткость.

Материалы по средневзвешенным значениям концентраций загрязняющих веществ в сточной воде на выходе с очистных сооружений г. Днестровск при сбросе в Кучурганское водохранилище за 2019-2021 гг. представлены Государственной службой экологического контроля и охраны окружающей среды ПМР.

## Полученные результаты

Гидрохимические показатели качества воды Кучурганского водохранилища по участкам водоема и акватории в целом, а также реки Кучурган и сточных вод на выходе очистных сооружений г. Днестровск (ОС) в Кучурганское водохранилище представлены в табл. 1. Превышения ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения отмечены жирным шрифтом.

## Обсуждение результатов

**Водородный показатель (pH).** По этому показателю средние значения pH воды Кучурганского водохранилища (8,3), р. Кучурган (7,8) и сточных вод ОС (8,21) не выходят за пределы ПДК.

По **аммонийным ионам и аммиаку, азоту нитратному, азоту нитритному** вода водохранилища и сточных вод ОС соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям Вода р. Кучурган очень загрязнена. В летний период содержание загрязнителя не выходило за пределы ПДК, весной они превышали ПДК для водоемов культурно-бытового назначения в 21,8, а осенью – в 10,1 раз, не говоря уже о превышении ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. Столь резкие коле-

**Таблица 1. Средневзвешенные гидрохимические показатели качества воды Кучурганского водохранилища (2017-2021 гг.), р. Кучурган (2019 г.) и сточных вод на выходе очистных сооружений г. Днестровск (2019-2021 гг.)**

| Гидрохимический показатель | Кучурганское водохранилище | | | | р. Кучурган | сточные воды ОС, г. Днестровск | ПДК для водоемов назначения | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Верхний участок | Средний участок | Нижний участок | Среднее по в-щу | | | Рыбохозяйст-венного | культурно-бытового |
| pH | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 8,3 | 7,8 | 8,21 | 6,5-8,5 | |
| Аммонийные ионы и аммиак, г/дм3 | 0,12 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 16,2 | 0,32 | 0,5 (0,4 по N) | 1,5 (1,93 по N) |
| Азот нитратный, мг/дм3 | 0,33 | 0,32 | 0,34 | 0,33 | Нет данных | 8,32 | 40 (9 по N) | 45 (10,16 по N) |
| Азот нитритный, мг/дм3 | 0,031 | 0,026 | 0,030 | 0,028 | Нет данных | 0,026 | 0,08 (0,02 по N) | 3,3 (1 по N) |
| Хлориды, мг/дм3 | 504,7 | 480,3 | 491,9 | 492,3 | 529,3 | 174,8 | 300 | 350 |
| Сульфаты, мг/дм3 | 1080,1 | 1084,4 | 1041,4 | 1068,6 | 392,1 | 107,3 | 100 | 500 |
| Минерализация, мг/дм3 | 2462,8 | 2329,06 | 2310,48 | 2367,44 | 1623,5 | 930 | 1000 | |
| Взвешенные вещества, мг/дм3 | 18,9 | 18,2 | 19,3 | 18,8 | 81,1 | 6,3 | - | |
| БПКп, мг О2/л | 3,34 | 3,35 | 2,93 | 3,21 | 138,3 | 3,21 | 2 | 6 |
| Нефтепродукты, мг/дм3 | 0,09 | 0,07 | 0,06 | 0,078 | 0,55 | 0,12 | 0.05 | 0,3 |
| Щёлочность, мг/дм3/ моль/дм3 | 289,8 / 4,74 | 279,9 / 4,58 | 269,8 / 4,42 | 279,8 / 4,58 | 963,8 / 15,8 | Нет данных | 0,5 – 6,5 ммоль / дм3 | |
| Общая жесткость, ммоль./дм3 | 18, 4 | 17,7 | 17,6 | 17,9 | 14,2 | Нет данных | 7 | |

бания содержания аммонийный ионов и аммиака свидетельствуют о их антропогенной природе и залповых выбросах загрязнителей.

Анализируя качество воды Кучурганского водохранилища по содержанию хлоридов видно, что их концентрация составила 492,3 мг/л, что в 1,4 раза превышает ПДК для водоемов культурно-бытового назначения и в 1,6 раз – для водоемов рыбохозяйственного назначения. Наибольшие концентрации хлоридов отмечены на верхнем участке водохранилища. Столь высокое содержание хлоридов связано, наряду с другими причинами, с высокой степенью минерализации воды водохранилища (2367 мг/л), которая приводит к росту этого показателя.

Много хлоридов попадает в водоемы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Одним из основных источников попадания хлоридов в водохранилище являются загрязненные воды реки Кучурган, чем и объясняется их бо̀льшая концентрация на верхнем участке водохранилища-охладителя. Воды р. Кучурган по хлоридам, сульфатам и минерализации в настоящее время относятся к очень плохим и плохим, а по степени чистоты – к грязным и очень грязным [2]. Результаты наших исследований гидрохимических показателей воды реки Кучурган выявили, что среднесезонная концентрация хлоридов в реке составила 529,3 мг/л, при максимальных значениях весной 921,7 мг/л [3].

Содержание хлоридов в воде также определяет возможность ее использования в сельском хозяйстве, в том числе для парников и теплиц. В зависимости от вида растений предельная концентрация хлоридов составляет 50-300 мг/л. Таким образом, можно констатировать, что вода Кучурганского водохранилища не пригодна для использования в целях орошения [4].

Сточные воды ОС г. Днестровск по содержанию хлоридов соответствуют СанПиН МЗиСЗ ПМР 2.1.5.980-07 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Предельное содержание **сульфат-ионов** в воде не должно превышать 500 мг/л для водоемов культурно-бытового и 100 мг/л для водоемов рыбохозяйственного назначения. Как правило, в речной воде концентрация сульфатов составляет 100-150 мг/л. В воде Кучурганского водохранилища содержание сульфатов (1068,6 мг/л) превышает ПДК для водоемов культурно-бытового назначения 2,13 раз и в 10,68 раз для водоемов рыбохозяйственного. Для воды р. Кучурган среднесезонное содержание сульфатов составило 392,1 мг/л, превышая ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения в 3,9 раз и не выходя за пределы ПДК для водоемов культурно-бытового назначения. В сезонном аспекте наибольшая концентрация сульфатов наблюдалась весной – 667 мг/л, снижаясь до 444,5 мг/л летом и 65 мг/л осенью. Сточные воды ОС г. Днестровск оказались наиболее чистые по содержанию сульфатов, лишь слегка превышая ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

**Минерализация (сухой остаток).** Среди всех водоемов бассейна Нижнего Днестра в пределах Молдовы и Приднестровья, вода Кучурганского водохранилища является наиболее высокоминерализованной. Среднее значение минерализации составило 2367,4 мг/л, превышая ПДК по данному показателю в 2,36 раза. Наиболее минерализованным является верхний участок водохранилища, наименее – средний и нижний, благодаря более интенсивной циркуляцией воды и принудительному водообмену с р. Турунчук, ежегодно осуществляемым Молдавской ГРЭС в объеме до 24 млн. $м^3$ воды [5]. Причиной высокой минерализации водохранилища является непроточность водоема в совокупности с его термофикацией, а также высокоминерализованные воды питающей водохранилище реки Кучурган (1623,5 мг/л).

Содержание **взвешенных веществ** в воде Кучурганского водохранилища составляет в среднем 18,8 мг/л, реки Кучурган – 81,1 мг/л и сточных вод ОС г. Днестровск 6,3 мг/л. ПДК по взвешенным веществам не установлены.

Анализ воды на содержание **нефтепродуктов** выявил их незначительные концентрации в Кучурганском водохранилище и сточных водах ОС, в среднем 0,078 и 0,12 мг/л соответственно, что незначительно превышает ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (0,05 мг/л) и не доходит до ПДК для водоемов культурно-бытового назначения (0,3 мг/л). Анализ воды реки Кучурган показал их повышенное содержание весной (1,2 мг/л), что свидетельствует о непостоянном характере загрязнителя. Среднесезонная концентрация нефтепродуктов составила 0,55 мг/л, что в 11 раз превышает ПДК для водоемов рыбохозяйственного и в 1,8 раз для водоемов культурно-бытового назначения [3].

Одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоемов органическими веществами является **БПК** (**биохимическое потребление кислорода**), которое определяет количество легкоокисляю-

щихся органических загрязняющих веществ в воде. ПДК по этому показателю составляет 2 мг $O_2$/л для водоемов рыбохозяйственного назначения и 6 мг $O_2$/л для водоемов культурно-бытового назначения. Среднегодовое значение этого показателя для Кучурганского водохранилища и сточных вод ОС г. Днестровск составило 3,21, что в 1,6 раз превысило значения ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения и не выходит за пределы ПДК для водоемов культурно-бытового назначения. Среднесезонное значение этого показателя для воды устьевой части р. Кучурган составило 138,3 мг $O_2$/л, что превышает значения ПДК для водоемов культурно бытового назначения в 23, а для рыбохозяйственных водоемов в 69 раз!!! Наибольшие значения показателя БПК отмечены осенью – 236, что связано с интенсификацией процессов разложения органического вещества. При этом летом значения показателя составили 58, а весной 121 мг $O_2$/л. Эти данные свидетельствуют о катастрофическом загрязнении р. Кучурган органическими соединениями.

Одной из важнейших особенностей большинства природных вод является способность нейтрализовать ионы водорода – их **щелочность**. ПДК по щелочности составляет 0,5-6,5 ммоль/дм$^3$. Щелочность воды Кучурганского водохранилища в 2017-2019 гг. составила 279,2 мг/дм$^3$ (4,57 ммоль/дм$^3$). Вода Кучурганского водохранилища по этому показателю находится в пределах ПДК. Вода р. Кучурган по этому показателю в 2,4 раза превышает верхний предел ПДК, состав в среднем за сезон 963,8 мг/дм$^3$ (15,8 ммоль/дм$^3$).

**Общая жесткость**. По нормам СанПиН жесткость воды должна быть не выше 7 ммоль/дм$^3$. Вода Кучурганского водохранилища очень жесткая – 17,9 ммоль/дм$^3$ , что в 2,5 раза превышает значения ПДК. В сезонной динамике изменения жесткости воды водохранилища весной наблюдается ее снижение, обусловленное мероприятиями ГРЭС по водообмену водохранилища, к осени значения жесткости возрастают. О значении мероприятий по водообмену в улучшении качества воды водохранилища свидетельствует и то, что значение жесткости воды в зонах циркуляции вод и водообмена нижнего и среднего участков водохранилища ниже, чем на верхнем участке водохранилища. Вода р. Кучурган также очень жесткая – 14,2 ммоль/дм$^3$, что в 2 раза превышает ПДК. В сезонном аспекте жесткость воды весной оказалась в 2 раза вышей летних и осенних значений [3].

Сравнивая наибольшие и наименьшие значения гидрохимических показателей воды Кучурганского водохранилища, реки Кучурган и сточных вод ОС г. Днестровск, представленных в табл. 2. видно, вода Кучурганского водохранилища наиболее загрязнена по таким выходящим за пределы ПДК показателям, как азот нитритный, сульфаты, минерализация и жесткость; реки Кучурган – аммонийные ионы и аммиак, хлориды, нефтепродукты и щелочность.

**Таблица 2. Наибольшие и наименьшие значения гидрохимических показателей качества воды Кучурганского водохранилища (КВ), реки Кучурган и сточных вод очистных сооружений г. Днестровск (ОС).**

| вода | Гидрохимический показатель | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | pH | Аммонийные ионы и аммиак, | Азот нитратный | Азот нитритный | Хлориды | Сульфаты | Минерализация | Взвешенные вещества | БПК$_п$ | Нефтепродукты | Щёлочность | Общая жесткость |
| КВ | 8,3 | 0,13 | 0,33 | **0,028** | **492,3** | **1068,6** | **2367** | 18,8 | **3,21** | **0,078** | 279,8 | **17,9** |
| река Кучурган | 7,8 | **16,2** | * | * | **529,3** | **392,1** | **1623** | 81,1 | **138,3** | **0,55** | **963,8** | **14,2** |
| ОС | 8,2 | 0,32 | 8,32 | **0,026** | 174,8 | **107,3** | 930 | 6,3 | **3,21** | **0,12** | * | * |

Примечание: желтым цветом отмечен наибольший, а зеленым наименьший показатель; превышение ПДК для водоемов культурно-бытового назначения отмечено красным шрифтом; * – нет данных

### Интегральная оценка качества воды Кучурганского водохранилища

Каждый из гидрохимических показателей не может в отдельности служить мерой качества воды, т.к. не позволяет судить о значениях других показателей. Вместе с тем, результатом оценки качества

воды должны быть некоторые интегральные показатели, которые охватывали бы основные показатели качества воды (либо те из них, по которым зафиксировано неблагополучие).

Мы рассчитали класс качества воды Кучурганского водохранилища по индексу загрязненности воды (ИЗВ) [6], который рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды по формуле:

$$ИЗВ = \sum \frac{Ci}{\text{ПДКi}} \div 6 \text{ , где:}$$

Ci – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений;
ПДКi – предельно-допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества;
6 – число показателей, взятых для расчета (БПК, хлориды, сульфаты, минерализация, щелочность, жесткость).

**Таблица 3. Характеристики интегральной оценки качества воды (по Муравьеву, 2009)**

| ИЗВ | Класс качества воды | Оценка качества воды |
|---|---|---|
| Менее и равно 0,2 | I | Очень чистые |
| Более 0,2–1 | II | Чистые |
| Более 1–2 | III | Умеренно загрязненные |
| Более 2–4 | IV | Загрязненные |
| Более 4–6 | V | Грязные |
| Более 6–10 | VI | Очень грязные |
| Свыше 10 | VII | Чрезвычайно грязные |

Расчет ИЗВ производился отдельно по 6 показателям ПДК для водоемов культурно-бытового назначения и для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Рассчитав ИЗВ для Кучурганского водохранилища и реки Кучурган по 6 показателям, близким либо превышающим ПДК (табл. 4), для водохранилища мы получили значение, равное 1,61 с применением значений ПДК для водоемов культурно-бытового назначения, что соответствует III классу качества вод – умеренно-загрязненные и 4,66 с применением значений ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения, что соответствует V классу качества вод – грязные.

**Таблица 4. Значения ИЗВ (индекса загрязненности воды) Кучурганского водохранилища и реки Кучурган**

| ИЗВ | Кучурганское водохранилище | Река Кучурган |
|---|---|---|
| по показателям ПДК для водоемов культурно-бытового назначения | 1,61 | 5,23 |
| по показателям ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения | 3,26 | 18,3 |

ИЗВ для р. Кучурган составил 5,23 с применением значений ПДК для водоемов культурно-бытового назначения, что соответствует V классу качества вод – грязные и 18,3 с применением значений ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения, что соответствует VII классу качества вод – чрезвычайно грязные.

## Выводы

Анализ гидрохимических показателей воды Кучурганского водохранилища, реки Кучурган и сточных вод очистных сооружений г. Днестровск по 12 параметрам: активность ионов водорода pH, аммонийные ионы и аммиак, азот нитратный, азот нитритный, хлориды, сульфаты, сухой остаток, взвешенные вещества, биохимическое потребление кислорода, нефтепродукты, щёлочность, общая жесткость и соотношению их к ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения показал, что:

**Кучурганское водохранилище: не превышают значения ПДК:** активность ионов водорода pH, аммонийные ионы и аммиак, азот нитратный, азот нитритный, взвешенные вещества, щёлочность. **Имеет место превышение значений ПДК:** хлориды (в 1,6 раза), сульфаты (в 10,6 раз), сухой оста-

ток – минерализация (в 2,4 раз), биохимическое потребление кислорода (в 1,6 раз), нефтепродукты (в 1,5 раз), общая жесткость (в 2,5 раз).

Класс качества воды Кучурганского водохранилища по индексу загрязненности воды (ИЗВ) по ПДК для водоемов культурно-бытового назначения равен 1,6, что позволяет отнести его к III классу качества вод – умеренно-загрязненные, а по ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения – 4,66, что соответствует V классу качества вод – грязные.

Одним из основных источников, оказывающих влияние на гидрохимические показатели качества воды водохранилища является влияние р. Кучурган, вода которой практически по всем гидрохимическим показателям оказалась очень плохой и плохой, а по степени чистоты – грязной и чрезвычайно грязной. Таким образом, р. Кучурган вносит значительный вклад в загрязнение воды Кучурганского водохранилища.

Сточные воды очистных сооружений г. Днестровск не оказывают существенного влияния на качество воды водохранилища, т.к. подвергаются удовлетворительной очистке, незначительное превышение ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения отмечено только по сульфатам (в 1,17 раз), нефтепродуктам (в 2,4 раза) и БПК (в 1,6 раз), и то, содержание сульфатов в сточных водах ОС г. Днестровск в 10 раз ниже таковых в водохранилище.

**Литература**


1. Сборник методик «Унифицированные методы исследования вод», г. Тирасполь, Министерство природных ресурсов и экологического контроля ПМР, 2002 г.
2. Даус М.Е., Полищук А.А. Оценка качества воды малых рек бассейна Нижнего Днестра // Managementul bazinului transfrontalier Nistru în cadru noului acord bazinal = Управление бассейном трансграничного Днестра в условиях нового бассейнового договора: Materialele Conf. Intern., 20-21 sept. 2013. Chişinău: Eco-Tiras, 2013. С. 85-90.
3. Филипенко С.И., Касапова Л.В., Филипенко Е.Н. Гидрохимические особенности реки Кучурган // Проблемы экологии, сохранения биоразнообразия и восстановления природных ресурсов Приднестровья: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. посвященной году экологии и благоустройства в Приднестровской Молдавской Республике. Бендеры, 29 ноября 2019 г. – Бендеры, 2019. – С. 77-82.
4. Касапова Л.В., Филипенко С.И., Руденко А.К., Калатинская М.А. Гидрохимические особенности двух контрастных (Дубоссарского и Кучурганского) водохранилищ // Интегрированное управление бассейном трансграничного Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы: Материалы международной конференции, Тирасполь, 26-27 октября 2017 года. – Eco-TIRAS, 2017. – С. 164-166.
5. Филипенко Е.Н., Филипенко С.И., Тихоненкова Л.А. Динамика гидрохимических показателей качества воды Кучурганского водохранилища // Конференция памяти канд. биол. наук, доцента Л.Л. Попа. The Conference dedicated Associate Professor L.L. Popa. – Тирасполь: Eco-TIRAS, 2020. – С. 181-190.
6. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. – СПб.: «Крисмас+», 2009. – 220 с.


## О РЕДКИХ ВИДАХ РЫБ СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ДНЕСТРА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ (2000-2021 ГГ.)


***С.И. Филипенко[1], Т.Д. Шарапановская[2], С.В. Чур[3], М.В. Мустя[1,4]***

*[1]Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*

*[2]Государственный заповедник Ягорлык*

*[3]Министерство сельского хозяйства и природных ресурсов ПМР*

*[4]Институт зоологии Молдовы*


Ихтиофауна реки Днестр характеризуется богатым видовым составом. В третьей части монографии Л.С. Берга «Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран» (1949) для Днестра отмечены 76 видов. По данным В.Н. Долгий (1999) в Днестре в пределах Молдовы обитает 79 видов и подвидов рыб из 17 семейств, из них 70 видов и подвидов рыб из 14 семейств обитает в низовье Днестра и по 51 виду из 12 семейств на среднем участке Днестра и в Дубоссарском водохранилище.

М. Усатый и др. (Usatîi et al., 2013) отмечают, что до зарегулирования Днестра в его бассейне в пределах Молдовы встречались 83 видов и подвидов, принадлежащих к 18 семействам. Данные

авторы отмечают, что нынешний состав ихтиофауны водных экосистем реки Днестр в пределах Молдовы включает 72 вида и подвида рыб.

В результате ихтиологических исследований Днестра 2006-2019 гг. в пределах Молдовы Д. Булат отмечены 76 видов 11 отрядов и 18 семейств, из них 14 видов рыб включены в Красную книгу Республики Молдова (2015) (Bulat, 2019).

В настоящее время в Красную книгу Молдовы (2015) внесены 23 вида рыб, в Красную книгу Приднестровья (2020) – 19 видов рыб (табл. 1).

**Таблица 1. Видовой состав рыб, включенных в Красные книги Молдовы (2015) и Приднестровья (2020)**

| № | Вид | Красная книга Молдовы | Красная книга Приднестровья |
|---|---|---|---|
| 1 | Русский осетр<br>*Acipenser gueldenstadtii* (Brandt et Ratz., 1833) | + | + |
| 2 | Стерлядь<br>*Acipenser ruthenus* (L., 1758) | + | + |
| 3 | Севрюга<br>*Acipenser stellatus* (Pall., 1771) | + | + |
| 4 | Белуга<br>*Huso huso* (L., 1758) | + | + |
| 5 | Шип<br>*Acipenser nudiventris* (Lovetzky, 1828) | - | + |
| 6 | Умбра европейская<br>*Umbra krameri* (Walbaum, 1792) | + | + |
| 7 | Дунайский лосось<br>*Hucho hucho* (L., 1758) | + | - |
| 8 | Угорь речной<br>*Anguilla anguilla* (L., 1758) | + | + |
| 9 | Быстрянка русская<br>*Alburnoides bipunctatus rossicus* (Bloch, 1782) | + | + |
| 10 | Дунайско-днестровский усач<br>*Barbus petenyi* (Heckel, 1852) | + | + |
| 11 | Карась обыкновенны (золотой)<br>*Carassius carassius* (L., 1758) | + | - |
| 12 | Язь<br>*Leuciscus idus* (L., 1758) | + | + |
| 13 | Чехонь<br>*Pelecus cultratus* (L., 1758) | + | + |
| 14 | Бобырец<br>*Petroleuciscus borysthenicus* (Kessl., 1859) | + | - |
| 15 | Вырезуб<br>*Rutilus frisii* (Nordm., 1840) | + | + |
| 16 | Линь<br>*Tinca tinca* (L., 1758) | + | - |
| 17 | Азово-черноморская шемая<br>*Chalcalburnus chalcoides mento* (Heckel, 1836) | - | + |
| 18 | Налим<br>*Lota lota* (L., 1758) | + | + |
| 19 | Каспиосома<br>*Caspiosoma caspium* (Kesssler, 1877) | + | + |
| 20 | Длиннохвостый бычок Книповича<br>*Knipowitschia longecaudata* (Kesssler, 1877) | + | + |
| 21 | Полосатый ерш<br>*Gymnocephalus schraetser* (L., 1758) | + | - |
| 22 | Берш<br>*Sander volgensis* (Gmelin, 1789) | + | + |
| 23 | Чоп малый<br>*Zingel streber* (Siebold, 1863) | + | + |
| 24 | Чоп обыкновенный (Чоп большой)<br>*Zingel zingel* (L., 1766) | + | + |
| 25 | Подкаменщик пестроногий<br>*Cottus poecilopus* (Heck., 1837) | + | - |

В настоящей работе приводим сведения о редких видах рыб Среднего и Нижнего Днестра, достоверно зафиксированных нами за последние 20 лет.

### Чоп обыкновенный *Zingel zingel*

В проводимых на среднем Днестре контрольных ловах попали 11 экземпляров чопа (3 экземпляра в 1991 г. выше г. Ямполь, 7 экземпляров выше с. Грушка в 1991 г. и 1 экземпляр в 1996 г. в районе сел Трифэуцы – Василькэу). В нижнем Днестре в 1991 г. были выловлены 3 экземпляра в нижнем бьефе Дубоссарской ГЭС.

В 2010-2018 гг. единичные экземпляры чопа отмечены в контрольных ловах в пределах Григориопольского и чаще Слободзейского районов (Филипенко и др., 2018) (рис. 1).

**Рис. 1.** Чоп Нижнего Днестра (фото Филипенко С.И.).

Чоп среднего и нижнего Днестра достигает длины до 40 см., веса около 600 г., и плодовитости около 19 тыс. икринок. Чоп нижнего Днестра характеризуется высокой степенью зараженности нематодами, достигающими обилия около 40 паразитов у одной рыбы. Значительное число эустронгилид в организме чопа связано со спектром питания, главным образом олигохетами и амфиподами, которые являются первым промежуточным хозяином паразита (Филипенко и др., 2018)

### Вырезуб *Rutilus frisii*

В 2012-2018 гг. вырезуб отмечался в контрольных ловах чаще в пределах Каменского, Рыбницкого и Дубоссарского районов, в 2019 г. фиксировался также в пределах Григориопольского и Слободзейского районов. Наибольшая доля вырезуба в контрольных ловах отмечена в Каменском (2,72%) и Дубоссарском (1,18 %) районах, меньше его в Нижнем Днестре, что вполне объяснимо, т.к. рыба предпочитает участки с течением, песчаными и каменисто-галечными грунтами. Максимальная доля вырезуба в контрольных ловах отмечена на уровне 12,4 % в Каменском районе в 2018 г. В среднем по исследованным участкам Днестра доля вырезуба в контрольных ловах составила около 1 %, что, учитывая краснокнижный статус вырезуба, является положительным фактом.

Вырезуб среднего и нижнего Днестра достигает длины до 53 см., веса до 1800 г. (рис. 2). Вырезуб Днестра характеризуется низкой степенью зараженности гельминтами, у обследованных нами рыб не было отмечено ни одного паразита (Мустя, Филипенко, Ильченко, 2019).

**Рис. 2.** Вырезуб Днестра (фото М.В. Мустя).

Несмотря на вполне благоприятные условия для популяции вырезуба и его удовлетворительную численность в Днестре, необходимо сохранить статус краснокнижного вида для этой рыбы.

### Язь *Leuciscus idus*

Язь является аборигенным видом Днестра. Встречается в нижнем течение реки и в рукаве Турунчук (Мошу, Тромбицкий, 2013), а также в р. Прут и практически исчез в других водных экосистемах Республики Молдова. (Bulat, 2019). Рыба может достигать длины 100 см, но в среднем составляет от 30 до 45 см. Продолжительность жизни около 20 лет. Вид охраняется на европейском уровне (Мошу, Тромбицкий, 2013).

В мае 2016 года, в районе моста Глиное-Раскайцы была выловлена одна особь длиной 33 см и весом 500 г. (рис. 3). Это единственная особь, попавшая в проводимых нами контрольных ловы за период с 2008 по 2018 гг.

**Рис. 3.** Язь, Днестр, с. Глиное, 2016 год (фото М.В. Мустя).

### Бобырец *Petroleuciscus borysthenicus*

О.В. Стругуля (2009) отмечает, что впервые бобырец был пойман в Кучурганском водохранилище в 2006 г. в зарослях тростника прибрежной зоны возле III и IV водозаборов Молдавской ГРЭС. В последующие годы он повсеместно стал попадаться в верхнем и среднем участках водохранилища. По сведениям местных рыбаков, бобырец и ранее встречался в местах заросших тростником, со слабым течением в низовье реки Кучурган, откуда он и попал в водохранилище (Стругуля, 2009).

В контрольных ловах проводимых НИЛ «Биомониторинг» на Кучурганском водохранилище бобырец начал встречаться с 2020 г. и попадается по настоящее время (рис. 4).

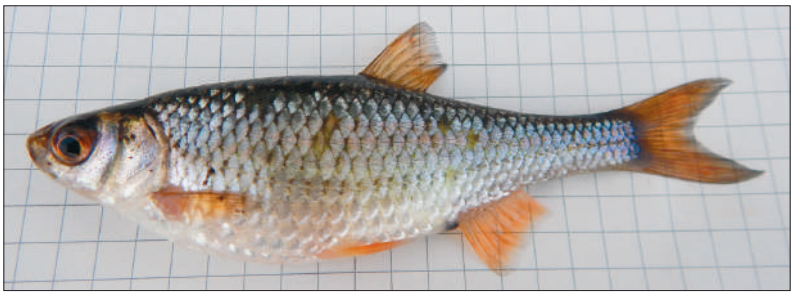


**Рис. 4.** Бобырец Кучурганского водохранилища (фото М.В. Мустя)

Длина тела бобырца Кучурганского водохранилища варьирует от 5,8 до 11 см. $L_{ср}$ = 8,8±0,32 см, $l_{ср}$=7,3±0,28 см. Масса варьирует от 1,4 до 16,1 г, $m_{ср}$ = 7,72±0,92 г.

Средняя доля быбырца в контрольных ловах с 2020 по 2022 гг. составила 0,37% от общего количества выловленных особей, что позволяет отнести его к категории малозначимых. В контрольных ловах бобырец отмечался чаще на среднем и нижнем участках водохранилища. Активно ловится на поплавочную удочку на червя.

Во время проведения совместных с ихтиологами института зоологии Молдовы научно-исследовательских контрольных ловов в Днестре в районе села Оланешты, 13 мая 2021 г. в рамках проекта *№. 20.80009.7007.06 AQUABIO*, были выловлены 2 экземпляра бобырца, что указывает на наличие его в Нижнем Днестре.

### Линь *Tinca tinca*

Линь является аборигенным видом, включен в Красную книгу Молдовы и охраняется на европейском уровне. Линь обычен в Кучурганском водохранилище и в проводимых контрольных ловах НИЛ

«Биомониторинг» фиксируется ежегодно в среднем по 0,7%, и относится к категории малозначимых. Чаше всего линь попадается в тростниковой зоне верхнего и нижнего участков водохранилища. Максимальная длина линя, отмеченная нами в Кучурганском водохранилище, составляет 38,5 см с массой 865 г.

**Рис. 5.** Линь Кучурганского водохранилища (фото С.И. Филипенко)

Помимо Кучурганского водохранилища линь встречается довольно часто в Ягорлыкской заводи заповедника Ягорлык.

### Каспиосома *Caspiosoma caspium*

Каспиосома относится к понтическим реликтам. Первые сведения о нахождении каспиосомы в бассейне Днестра приводятся М.З. Владимировым и И.Ф. Кубрак (1972).

Каспиосома встречается в Днестровском лимане, дельте Днестра и Кучурганском водохранилище. Очень редкая и малочисленная рыба. Обычные размеры 2-4 см, максимально 5 см. Каспиосома охраняется на европейском уровне. Данный вид был отмечен С. Мошу в Нижнем Днестре в 2013 г. (Мошу, Тромбицкий, 2013).

13 мая 2021 г. в контрольные ловы, проводимые в рамках проекта *№ 20.80009.7007.06 AQUABIO* совместно с сотрудниками института зоологии Молдовы в реке Днестр в районе с. Оланешты, попали 5 экземпляров каспиосомы (рис. 6). По данным Дм. Булата и др., весной 2021 г. в Нижнем Днестре были выловлены 16 экземпляров каспиосом, которые имели следующие значения морфометрических параметров: *Lcp* = 3,43±0,16 см, *lcp*=2,91±0,109 см и *mcp* = 0,33±0,017 г (Bulat Dum. et al., 2021).

**Рис. 6.** Каспиосома р. Днестр (Фото М.В. Мустя)

### Стерлядь *Acipenser ruthenus*

Стерлядь в 50-е годы XX в. являлась обычной формой для Днестра почти на всем его протяжении. Более часто встречалась на участке от города Могилев-Подольский до села Ваду-луй-Водэ включительно. В учтенных промысловых уловах этого периода, в среднем за пять лет, стерлядь составляла 14,2% улова осетровых. Но ежегодный улов ее был очень неравномерным и колебался от 0 до 31

центнера. Ловилась обычно мелкая стерлядь, длиною в 18-57 см и весом в 150-370 г. Места нереста стерляди были расположены в районе Хотина, Могилев-Подольского, Рыбницы, Чобруч (верховье днестровского рукава Турунчук) (Филипенко, Мустя, Туман, 2014). По рассказам старожилов, в этот период в Турунчуке в районе с. Коротное местные жители ловили до одной корзины «чучуги» (стерляди) в день.

Будучи туводной рыбой, стерлядь сегодня единственный вид осетровых Днестра, способный поддерживать свою популяцию, в том числе в Дубоссарском водохранилище.

В проводимых нами контрольных ловах в Днестре от Каменки до Незавертайловки в 2010-2013 гг. в Григориопольском районе в 2011 г. попал только один экземпляр стерляди длиной 49 см и массой 2 кг (Филипенко, Мустя, туман, 2014).

Хотя в контрольные ловы стерлядь попадает крайне редко, она довольно часто становится объектом браконьерского лова, в том числе запрещенными орудиями лова («драч» или «смык»), о чем свидетельствует рис. …. При этом попадают довольно крупные экземпляры весом около 10 кг (рис. 7, а).

**Рис. 7.** Стерлядь: а – Бендеры, 2010 г.; б – Терновка, февраль 2020 г.;
в – Бутор, весна, 2017; г – Тирасполь, декабрь, 2021 г.;
д – Тирасполь, январь, 2022 г.

### Русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii*

Русский осетр является наиболее редким представителем осетровых Днестра. Удельный вес русского осетра в уловах до строительства плотин в среднем за пятилетие составлял около 8% от осетровых в уловах, но ловился он не каждый год. В 1950-е гг. он отмечался в районе Могилев-Подольска и Рыбницы. Места нереста осетра находились ниже Рыбницы в районе с. Сахарна (Филипенко, Мустя, Туман, 2014). В настоящее время крайне малочисленная рыба, которая практически исчезла. Занесен в Красную книгу Украины, Молдовы и Приднестровья, охраняется на европейском уровне (Мошу, Тромбицкий, 2013).

Нам была предоставлена фотография осетра, пойманного в районе г. Тирасполь 30 декабря 2021 г. (рис. 8).

На сегодняшний день это единственное документальное подтверждение наличия осетра в Днестре за последние 20 лет.

**Рис. 8.** г. Тирасполь, 30 декабря 2021 г.

### Угорь *Anguilla anguilla*

Европейский угорь является одной из редчайших рыб р. Днестр. В томе «Рыбы, земноводные, пресмыкающиеся» (1981) из серии «Животный мир Молдавии» в статье Е.Н. Томнатика, посвященной угорю, отмечено:

«*Европейский угорь достигает иногда 150 см длины и 6 кг веса. Самцы значительно меньше: их длина 51 см, а вес 200-250 г.*». Относительно его наличия в водоемах Молдавии здесь представлена следующая информация: «*Первые упоминания об угрях в водоемах Молдавии принадлежат К.Ф. Кесслеру (1857), который указывал о поимке угря размером около 90 см в Днестре выше Ямполя, Л.С. Берг (1916) отмечал, что угри в нижнем течении реки не являлись редкостью, но случаи поимки этой рыбы в Молдавии не были зафиксированы*».

«*Экземпляр угря из рукава Турунчук длиной 115 см весил 3 кг. Чаще в Днестре и Дубоссарском водохранилище попадались угри весом 1337-1920 г., длина которых колебалась в пределах 87,5-99,7 см.*».

В книге «Промысловые рыбы Северо-Западного Причерноморья» (2020) приводится следующая информация: «*В дельте Днестра единичные малоразмерные экземпляры (2-3) угрей еще попадались весной 1977 года в вентеря на горелых плесах, рыбаки-промысловики утверждали, что угри попадались довольно часто в устье Днестра и Турунчука до постройки новой мощной Новоднестровской ГЭС в 1983 году, а после этого угри стали очень редкими, но, тем не менее, 1 крупного угря длиной 80 см, вероятно в последний раз, рыбаки поймали в устье Днестра в апреле 2001 года*».

По устному сообщению директора заповедника Ягорлык Т.Д. Шарапановской, один экземпляр угря был пойман в Днестре рыбаками в сети в июле 2005 г. в районе насосной станции с. Бутор.

Таким образом, в литературе практически отсутствует информация о регистрации этого вида в Днестре в последние десятилетия, поэтому достоверные данные о наличии угря в Днестре имеют большое значение.

12 мая 2021 г. в Днестре в районе г. Тирасполь возле парома местным рыболовом на пучок червей донной снастью был пойман угорь. На момент изъятия из воды рыба уже погибла и не могла быть выпущена в реку. Угря передали на кафедру зоологии и общей биологии естественно-географического факультета ПГУ, где рыба была сфотографирована, измерена и взвешена (рис. 9.).

**Рис. 9.** Угорь, Днестр в районе г. Тирасполь, 12 мая 2021 г. (Фото Филипенко С.И.)

Угорь имел следующие морфометрические и весовые характеристики: длина тела 94,5 см; высота тела 6,2 см; длина головы от конца рыла до грудного плавника 11,4 см; масса 1400 г. Таким образом, достоверно установлено, что европейский угорь очень редко, но встречается в нижнем течении реки Днестр (Filipenko, Mustea, 2021).

**Форель**

В 2021 году было обнаружено, что на участок реки 355,5 км от устья реки вниз по течению до 354 км поднялся на нерест представитель семейства лососевые (рис. 10), чего официальная наука не регистрировала уже более 45 лет, но однако имелись очень редкие неофициальные свидетельства его нахождения в районе плотины Дубоссарской ГЭС.

**Рис. 10.** Рыба семейства лососевые, обнаруженная на участке реки Днестр ниже Полтавского моста, 2021 г.

В мае 2021 г. в районе г. Бендеры был пойман еще один представитель лососевых (рис. 11).

**Рис. 11.** Лососевая рыба, Днестр, Бендеры, 13 мая 2021 г.

Обе фотографии были отосланы для определения в Зоологический институт РАН (СПб). Заключение было получено от Дмитрия Людвиговича Лайуса, доцента кафедры ихтиологии и гидробиологии СПб ГУ, который отметил, что это радужная форель, очевидно, попавшая в реку из форелевых хозяйств.

**Литература**


1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – Часть 3. – М.-Л., 1949. – 231 с.
2. Владимиров М.З., Кубрак И.Ф. О нахождении нового для ихтиофауны бассейна Днестра вида бычков *Caspiosoma caspium* (Kessler) // Вопр. ихтиологии. – 1972. – Т. 12, вып. 2. – С. 386 – 387.
3. Долгий В.Н. Современное состояние ихтиофауны бассейна Днестра в пределах границ Молдовы // Conservarea biodiversităţii bazinului Nistrului. Materialele Conferinţei Internationale. Chişinău, 7-9 oct. 1999. – Chişinău: Societatea Ecologică «BIOTICA», 1999. – С. 61-62.
4. Красная книга Приднестровской Молдавской Республики. – 2-е изд. –Тирасполь, 2020 (ГУИПП «Бендерская типография „Полиграфист“»). – 560 с.
5. Мошу А., Тромбицкий И. Рыбы среднего и нижнего Днестра. Справочник хранителей реки. Кишинэу, 2013. 139 с.
6. Мустя М.В., Филипенко С.И., Ильченко Б.К. Материалы по биологии вырезуба *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) р. Днестр // Hydropower impact on river ecosystem functioning: Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019. – Tiraspol: Eco-Tiras, 2019. С. 249-253.

7. Промысловые рыбы Северо-Западного Причерноморья / Щеголев И.В., Щеголев Е.И., Щеголев С.И. Том 6. – Аккерман, 2020. – 350 с.
8. Стругуля О.В. Распространение бобырца (Cyprinidae) в Кучурганском водохранилище // Геоэкологические и биоэкологические проблемы северного Причерноморья: Материалы 3 Междунар. науч.-практ. конф., 22-23 окт. 2009 г. – Тирасполь: Приднестр. гос. ун-т им. Т.Г. Шевченко, 2009. – С. 188-189.
9. Филипенко С.И., Мустя М.В., Туман А.М. Осетровые Днестра: прошлое, настоящее и будущее // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы V Международной научно-практической конференции 14 ноября 2014 г. – Тирасполь: Изд-во ПГУ, 2014 – С. 289-292.
10. Филипенко С.И., Мустя М.В., Ильченко Б.К., Шарапановская Т.Д. Материалы по биологии Чопа обыкновенного (*Zingel zingel* (Linne, 1766)) р. Днестр // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Материалы научно-практ. конф. (с междунар. участием). Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. Тирасполь: Eco-TIRAS, 2018. – С. 205-210.
11. Bulat D. Ihtiofauna Republicii Moldova: geneza, starea actuală, tendințe și măsuri de ameliorare. – Teză de doctor habilitat în științe biologice. – Chișinău, 2019. – 269 p.
12. Bulat Dum., Bulat Den., Șaptefrați N., Usatîi M., Fulga N., Dadu A. *Caspiosoma caspium* (Kessler, 1877) in the Lower Dniester river // X-th International Conference of Zoologists ”Sustainable use and protection of animal world in the context of climate change” dedicated to the 75th anniversary from the creation of the first research subdivisions and 60th from the foundation of the Institute of Zoology. 16-17 Sept. 2021. – Chisinau, 2021. – P. 99-102.
13. Cartea Roșie a Republicii Moldova. – Ed. a 3-a. – Ch.: O.E.P. Ştiinţa, 2015 (Combinatul Poligr.). – 492 p.
14. Usatîi M., Crepis O., Usatîi A., Șaptefrați N., Vatavu D., Bodean A. Dynamics of biodiversity and quantitative indicators of ichthyofauna in the ecological succession of the river Dniester // Actual problems of protection and sustainable use of the animal world diversity: 8-th Intern. Conf. of Zoologists, 10-12 oct. 2013. – Chişinău: S.n., 2013 (Tipogr. „Elan Poligraf”). – P. 239-241.
15. Filipenko S.I., Mustea M.V. About the european eel *Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758) of the Dniester river // X-th International Conference of Zoologists ”Sustainable use and protection of animal world in the context of climate change” dedicated to the 75th anniversary from the creation of the first research subdivisions and 60th from the foundation of the Institute of Zoology. 16-17 September 2021. – Chisinau, 2021. – P. 121-122.

*Исследования проведены в рамках тематик НИЛ «Биомониторинг» ПГУ, НИЛ «Водных экосистем» РНИИ Экологии и природных ресурсов и проекта №. 20.80009.7007.06 AQUABIO*

# ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ ДНЕСТРА

***Владимир Фоменко***
*Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко*
*ул. 25 октября, Тирасполь 3300, Молдова*
*Тел. (+373)77795292 E-mail: fomenkovol@mail.ru*

## Введение

Трансформация современных глобальных процессов, изменение векторов развития и форматов регионального индустриального, аграрного, туристического, геополитического, коммуникационного, природоохранного сотрудничества приграничных регионов, ставит их перед новыми вызовами. Одним из наиболее перспективных направлений упрочнения и развития трансграничного сотрудничества является международный туризм. Он обладает значительными преимуществами, в сравнении с ресурсозатратными аграрными и промышленными производствами. Особенно высокой привлекательностью обладают экотуристские направления, эксплуатация которых требует комплексного подхода. Все это заставляет по-новому взглянуть на имеющиеся предпосылки для развития экологического туризма в долине Днестра, оценивая их через призму трансграничных явлений и процессов. Согласно мнению К. С. Козыревой, «трансграничный регион в идеале является оптимальным пространством для развития международного туризма с обоюдной пользой для соседних государств» [2]. Благоприятное географическое положение долины Днестра на стыке Украины и Молдавии создает условия для совместной эксплуатации природных и культурных ресурсов развития экологического туризма.

## Материалы и методы

Приграничные территории стран, входящие в единый трансграничный речной бассейн, отличаются разной степенью освоения, которое, как правило, носит очаговый характер. С учетом этих обстоятельств, следует отметить важность сохранения нетронутых антропогенной деятельностью ландшафтов объективно ставит задачу приоритетного развития тех видов деятельности, которые позволят обеспечить сочетание сохранения достаточно высокого уровня жизни населения с соблюдением природоохранных требований и учитывая необходимость реализации комплексных программ социально-экономического развития. В этих условиях приоритетным направлением развития экономики приграничных территорий, является трансграничный экологический туризм. Поэтому особенно актуальным становится использование туристско-рекреационных ресурсов днестровского трансграничного речного бассейна, являющегося едиными природными образованиями, находящимся на территории сопредельных государств. Однако в результате нерациональной эксплуатации водотоков и водоемов, нарушений в водоохранных зонах, применения варварских способов рыбной ловли, роста несанкционированных свалок на прибрежных территориях, загрязнения воды горюче-смазочными материалами, попадающими в реки и озера при мытье автотранспортных средств, деградируют водные экосистемы, снижается их биоразнообразие.

Пандемия COVID-19 и напряженная международная обстановка подтолкнули местное население обратить больше внимания на туристско-рекреационные ресурсы бассейна Днестра, на развитие внутреннего экологического и рекреационного туризма. Вызывает серьезные опасения призыв к приднестровцам отдыхать не на зарубежных курортах, а обратиться к родным водным просторам и активно их осваивать. В условиях несовершенного законодательства в области экологического права, слабой правоприменительной практики, недостаточной экологической культуры у населения, дефицита нехватки финансирования, слабой компетентности местных властей и гражданского общества в сфере так называемой «зеленой экономики», приоритетности извлечения предпринимателями прибыли любой ценой, в том числе и за счет ресурсов водных экосистем, а также апатии общества в отношении экологических проблем, рост турпотока «на природу» в короткий срок может привести к неблагополучным и даже кризисным ситуациям на водных объектах с их хрупким экологическим равновесием. Поэтому расчет размера туристско-рекреационной нагрузки на водные экосистемы требует проведения предметного экологического аудита.

К настоящему времени имеется достаточно много публикаций по вопросам оценки туристско-рекреационного потенциала бассейна Днестра. Среди работ, посвященных изучению и оценке рекреационного потенциала днестровского бассейна для целей экологического туризма, следует отметить работы Н.М. Визитиу, В.Л. Палий, О.И. Казанцевой, М.П. Бурла, С.И. Филипенко. Как правило, эти исследования носят узкопрофильный характер и затрагивают отдельные аспекты развития экологического туризма в бассейне Днестра. Не достает более комплексных исследований. Дефицит подобных исследований объясняется недостаточной проработанностью методологических и методических подходов, учитывая сложность объекта исследования и проблемы понятийно-терминологического характера. Часто в исследованиях подобного рода используется понятие «трансграничный рекреационный потенциал», под которым понимается совокупность предпосылок для организации рекреационной деятельности на трансграничной территории, образованной взаимодействующими приграничными территориями разных стран [5, 10].

При осуществлении исследования трансграничного рекреационного потенциала региона представляет прикладной интерес методический подход, разработанный Д. С. Марковым [4] и состоящий из четырех блоков:

- анализ природных и культурных ландшафтов и их компонентов;
- анализ существующего территориального размещения инфраструктуры туризма и рекреации;
- анализ возможных условий и ограничений;
- анализ административно-правового регулирования туристско-рекреационного природопользования [4].

## Результаты и их обсуждение

В современных условиях степень влияния рекреационной деятельности на состояние природных ландшафтов зависит от интенсивности и характера их эксплуатации, определяемых наличием юридически закрепленного статуса, от географического положения территории, от близости к крупным

промышленным центрам и ареалам интенсивного аграрного производства, от транспортной доступности территории и других факторов. Особенно большим экологическим рискам подвергаются крупнейшие и наиболее перспективные районы водного туризма и отдыха, которые являются уникальными памятниками природы и подлежат строгой охране. Исходя из этого можно выделить несколько категорий рекреационных ресурсов по степени использования. Прежде всего, это особо охраняемые природные территории (ООПТ), используемые в рекреационных целях, например Государственный заповедник «Ягорлык» в долине одноименного левого притока Днестра, по территории которого проложена экологическая тропа и организованы площадки для отдыха туристов. Степень рекреационной освоенности территории заповедника непосредственно зависит от режима охраны и функционального зонирования. Специфика данной ООПТ является то, что она образована в результате создания водохранилища Дубоссарской ГЭС в середине прошлого века, через нее проходит автомобильная трасса республиканского значения, в ее пределах находится крупный сельский населенный пункт, а непосредственно к границам примыкают ареалы с интенсивным агропромышленным производством. Таким образом, территория заповедника охватывает затронутые хозяйственной деятельностью и глубоко трансформированные ландшафты. Еще одной ООПТ антропогенного происхождения является ихтиологический заказник «Турунчук» в Слободзейском районе. Он расположен южнее села Чобручи, где от Днестра отделяется рукав, вбирающий в себя больше половины объема днестровской воды. В верхней части протоки Турунчук перегораживает живописный порог, сооруженный в 20-х годах XX века [6, 7].

Эксплуатация рекреационных ресурсов трансграничных речных бассейнов во многом определяется факторами социально-экономического развития территории, особенностями размещения на ней ресурсов, а также социально и экономически обоснованным спросом. Развитие туризма, в том числе международного, сдерживается в силу различных факторов, которые оказывают неблагоприятное воздействие на функционирование туристско-рекреационного комплекса, среди них можно выделить следующие:

- несовершенство региональной системы управления рекреационным природопользованием трансграничного речного бассейна;
- несоответствие между спросом и предложением рекреационных услуг в долине Днестра;
- острая нехватка зон отдыха, обладающих достаточным уровнем инфраструктуры и благоустройства;
- острота проблемы выделения земель для рекреационного природопользования;
- рост масштабов развития неорганизованного туризма [7, 8].

Большой интерес к природе долины Днестра и высокий спрос на все виды рекреационных услуг не удовлетворяется в достаточной степени. Здесь сказывается и дефицит современных комфортабельных учреждений отдыха, недостаток средств размещения туристов, недостаточное развитие индустрии развлечений, факторов, благоприятствующих развитию экологического туризма.

В качестве наиболее популярных мест разбивки туристских биваков выступают одамбованные берега Днестра и его притоков. Вследствие этого значительно эродированные речные дамбы получают дополнительную антропогенную нагрузку. Вырубка древесной и кустарниковой растительности под лагерные площадки, сведение травяного покрова, разрушение дерна, язвы кострищ приводят к эрозии почвенного покрова дамб [3].

Следует отметить, что прибрежные зоны отдыха, располагающие в благоприятных природных условиях, с наличием средств размещения, инфраструктуры и находящиеся в пределах транспортной доступности, пользуются большим спросом у населения, прежде всего местного, не способны удовлетворить постоянно растущий спрос.

Загрязнение воды и береговой полосы оказывает значительное влияние на развитие экологического (и сопутствующих ему отраслей) туризма. Приоритет отдыха на чистых берегах очевиден, но при этом именно крупный турбизнес наносит наиболее серьезный урон используемым водным объектам. Туристские базы, пансионаты, кемпинги, расположенные за пределами зон, охваченных городскими очистными сооружениями, и для предотвращения загрязнения рек и водохранилищ им необходимо осуществлять дорогостоящее строительство собственных очистных сооружений. Зачастую на таких объектах очистка сточных вод производится недостаточно или отсутствует вообще [3].

Значимым фактором развития международного экологического туризма является наличие средств размещения, их количество и качество предоставляемых ими услуг. Согласно экспертным оценкам практически все существующие объекты размещения туристов, за исключением новых, нуждаются в капитальном ремонте, модернизации или функциональной реконструкции, так как были построены по устаревшим проектам, без учета современных экологических требований. Количество новых средств размещения сравнительно мало и принадлежат они в основном частным лицам.

Очень острой проблемой является выделение земель для целей рекреационного природопользования. В настоящее время не контролируется использование земель в рекреационных целях, так как они отнесены к другим категориям земель. Рекреационные ресурсы расположены по большей части на землях лесного фонда, а также на землях сельскохозяйственного назначения.

Сложившаяся ситуация усугубляется массовым развитием неорганизованного туризма, который оказывает негативное воздействие на природные комплексы трансграничных бассейнов. В том числе это приводит к значительному экологическому ущербу окружающей среды (лесным пожарам, обеднению видового разнообразия флоры и фауны, негативным изменениям в почвенном покрове, загрязнению побережья озер и прибрежных вод и т. д.). Преобладающая часть подобных правонарушений совершается местными жителями и неорганизованными туристами. К числу наиболее распространенных правонарушений, оказывающих негативное антропогенное воздействие, относятся прежде всего различные виды незаконной добычи биологических ресурсов и загрязнения окружающей среды [8].

## Выводы

Проведенный анализ позволяет выделить главные приоритеты развития трансграничного туристско-рекреационного потенциала для целей развития экологического туризма:

- внедрить международные правовые нормы регулирования туристской деятельности в трансграничном бассейне Днестра;
- использовать для водных маршрутов только участки, разрешенные для проезда моторного транспорта;
- не сливать в реки, озера, на травяной покров отходы масла и топлива; не мыть в местах отдыха и купания свои машины и лодки;
- избегать устройство массовых слетов, праздников, соревнований на тех участках местности, где это может серьезно повредить растительный покров, чрезмерно уплотнить почву, повредить берега водоема, обеднить биоразнообразие экосистем;
- строить экологически обоснованные транспортные подходы к туристически значимым водным объектам;
- сократить дефицит объектов размещения и обслуживания экотуристов, соответствующих национальным и международным стандартам;
- активизировать внедрение международных стандартов обслуживания в сфере индустрии гостеприимства в ареалах трансграничных речных бассейнов;
- ограничить масштабное развитие неорганизованного туризма на территориях, находящихся в транспортной доступности городов и крупных населенных пунктов, наносящего непоправимый ущерб природным ландшафтам;
- создавать бренды, которые позволили бы позиционировать территории трансграничных бассейнов на международном туристском рынке;
- привлекать инвестиции в бассейн Днестра путем реализации благоприятной налоговой и кредитной политики для развития экотуризма [1, 9, 10].

Таким образом, экологический туризм в трансграничных речных бассейнах, может стать мощным полюсом роста, способствующим диверсифицированному развитию многих сопутствующих отраслей экономики. При разработке и осуществлении совместных планов, стратегий, программ развития международного экологического туризма необходимо принимать во внимание особенности трансграничных территорий, такие как единство природной основы и разность в уровнях социально-экономического развития. Решение проблемы рационального использования трансграничного рекреационного потенциала возможно только при консолидации усилий соседствующих в речном бассейне государств, потенциальных клиентов – туристов, лидеров общественного мнения, местного населения, работников туриндустрии, бизнеса и местных органов власти.

## Литература

1. Игнатьев И.И., Филипенко Е.Н., Тихоненкова Л.А. Современные подходы к управлению особо охраняемыми природными территориями: международный опыт для Приднестровья // Евроинтеграция и управление бассейном реки Днестр. – Кишинёв: Eco-TIRAS, 2020. – С. 104-109.
2. Козырева К. С. Пространственная асимметрия туристических образов и туристических брендов в трансграничном регионе / К.С. Козырева // Позиционирование территорий Байкальского региона в условиях трансграничья. – Новосибирск: Наука, 2012. – С. 109-123.
3. Лукашевич О.Д. Туризм как фактор антропогенной нагрузки на водные объекты. Режим доступа: https://ecodelo.org/18102.
4. Марков Д.С. Комплексная оценка туристско-рекреационного потенциала ландшафтов // Вестн. Брянск. гос. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 209-214.
5. Палий В.Л., Севастьянов Д.В. Эколого-экономический императив как основа устойчивого развития туристско-рекреационной сферы в Приднестровье // Общество. Среда. Развитие. №3, 2016. – С. 102-108
6. Палий В.Л., Пашук С.М. Приднестровье как регион для благоприятного трансграничного развития рекреации и туризма // Приоритетные направления и проблемы развития внутреннего и международного туризма в России. Мат-лы I Всерос. с межд. участ. науч. конф., г. Алушта, 26-27.04.2018 г. – Симферополь: Издательство Типография «Ариал». – С. 28-33.
7. Палий В.Л., Севастьянов Д.В., Пашук С.М. Перспективы развития экологического и сельского туризма в Молдове и в Приднестровье // Туризм и рекреация: инновации и ГИС-технологии. Мат. X Междунар. науч.-практич. конф., г. Астрахань, 26-27.05.2018 г. – С. 87-92.
8. Санжеев Э.Д. Рекреационный потенциал трансграничных речных бассейнов: проблемы оценки и использования / Э. Д. Санжеев, А. Т. Соловова, Т. М. Ойдуп // Природоохранное сотрудничество в трансграничных экологических регионах: Россия – Китай – Монголия. – Вып. 3. Ч. 2. – Чита: Поиск, 2012. – С. 125-131.
9. Трансграничное диагностическое исследование бассейна р. Днестр. Отчёт по проекту ОБСЕ/ ЕЭК ООН «Трансграничное сотрудничество и устойчивое управление бассейном реки Днестр», Киев – Кишинёв, ноябрь 2005. – 72с. – Интернет-ресурс. Режим доступа: http://berg-bendery.org/ new_resources/water/supervising/dniester-osce.pdf
10. Фоменко В.Г., Палий В.Л., Шерстюк С.А. Природно-рекреационный потенциал как основа развития экологического туризма в Приднестровье // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Материалы V Межд. научно-практической конференции. Тирасполь, 14.11.2014 г. – Тирасполь. – С. 296-301.


# ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОХРАНИЛИЩ ДНЕСТРОВСКОГО КОМПЛЕКСНОГО ГИДРОУЗЛА КАК ЭЛЕМЕНТ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫМИ ВОДАМИ


***Михаил Хорев[1], Оксана Гуляева[2]***

*[1]эксперт по водной политике*

*[2]ЧАО «Укргидроэнерго», Украина*

*электронная почта: ohorona_vod@ukr.net*


## Введение

С 1987 года правила эксплуатации водохранилищ Днестровского комплексного гидроузла, по которым работала Межведомственная комиссия по согласованию режимов работы днепровских и днестровских водохранилищ, утверждались Государственным агентством водных ресурсов Украины (Государственным комитетом по водному хозяйству Украины) и имели статус технического документа. Однако усовершенствование экологического законодательства, введение новых генерирующих мощностей и трансформация водного стока в результате климатических изменений требовали обновления Правил работы водохранилищ.

Издание приказа Министерства защиты окружающей среды и природных ресурсов Украины от 23 мая 2022 года №209 «Об утверждении Правил эксплуатации водохранилищ Днестровского комплексного гидроузла» [1] является крайне важным решением, ведь от режимов работы водохранилищ напрямую зависит обеспечение водой населения, продовольственная и энергетическая безопасность стран, защита от паводков и наводнений. Современные Правила эксплуатации водохранилищ Дне-

стровского комплексного гидроузла (далее – Правила) позволяют сбалансировать интересы водопользователей двух стран и урегулировать ключевые вопросы для эффективного использования водных ресурсов реки Днестр. Понадобились годы кропотливого труда, обсуждений и оживленных дискуссий, процедурных вопросов, чтобы Днестровский речной бассейн наконец-то получил нормативно-правовой документ, согласно которому теперь будут работать водохранилища на Днестре.

**Основные изменения в обновленных Правилах**

К основным изменениям в обновленных Правилах можно отнести следующие нижеприведенные положения.

В нормативно-правовом документе определена четкая приоритетность в регулировании водохранилищами Днестровского комплексного гидроузла, а именно:

- уменьшение негативного влияния вредного действия вод за счет срезки пиков паводков;
- обеспечение водой ниже расположенных населённых пунктов и предприятий;
- обеспечение водоснабжения для нужд орошения и судоходства на участке от Нижнеднестровской ГЭС (ГЭС-2) до устья Днестра;
- выработка электроэнергии на ГЭС и ГАЭС;
- обеспечение природоохранной функции каскада путём увеличения водности Днестра ниже Днестровского комплексного гидроузла.

Также, в отличие от предыдущих, в обновленных Правилах установлен режимов всех имеющихся водохранилищ и гидроэнергетических объектов Днестровского комплексного гидроузла (Днестровская ГЭС, Нижнеднестровская ГЭС, Днестровская ГАЭС) с учетом обеспечения их безаварийной работы.

Ключевым пунктом Правил являются данные о морфометрии водохранилищ. Проведение объемных гидрологических инженерных изысканий сделали возможным уточнить морфометрические характеристик Днестровского водохранилища, дополнить Правила гидроморфологическими параметрами верхнего водоема ГАЭС и учесть изменения кривых объема и площади буферного водохранилища для безопасной эксплуатации Днестровского комплексного гидроузла. Согласно дополнениям 1 и 2 к Правилам ниже представлены основные параметры водохранилищ (табл. 1).

**Таблица 1. Обновленные морфометрические характеристики водохранилищ Днестровского гидроузла**

| Показатель | Днестровское водохранилище | Буферное водохранилище | Верхний водоем ГАЭС |
|---|---|---|---|
| Нормальный подпорный уровень (НПУ), м | 121,0 | 77,1 | 229,5 |
| Форсированный подпорный уровень, м | 125,0 | 82,0 | - |
| Уровень мертвого объема, м | 102,5 | 67,6 | 215,5 |
| Площадь водного зеркала при НПУ, км$^2$ | 137,4 | 7,3 | 2,6 |
| Объем водохранилища при НПУ, млн м$^3$ | 2546 | 58,1 | 41,4 |
| Полезный объем, млн м$^3$ | 1907 | 31,8 | 32,7 |

Целью эффективного управления водными ресурсами является, в частности, предотвращение или снижение неблагоприятного влияния наводнений и минимизация влияния засух. Для решения этих задач были уточнены параметры минимальных расходов воды от 100 до 130 м$^3$/с в зависимости от обеспеченности стока за период с 1895 по 2017 годы, который учитывает влияние климатических изменений (табл. 2). Дополнительно, на основе многолетнего опыта фактической эксплуатации водохранилищ усовершенствована методика пропуска экстремально высокой воды (дополнение 8 к Правилам).

**Таблица 2. Регламент минимальных среднесуточных расходов воды с буферного гидроузла с учетом обеспеченности стока**

| Обеспеченность природного стока | 75 % | 80 % | 90 % | 95 % | 99 % |
|---|---|---|---|---|---|
| Минимальные среднесуточные расходы воды с буферного гидроузла | 130 | 130 | 108 | 104 | 100 |

Основным преимуществом новых Правил является более эффективное использование водохранилищ Днестровского комплексного гидроузла с минимизацией их воздействия на окружающую среду. В частности, с целью обводнения днестровских плавней для создания и поддержки в них благоприятных экологических условий, а также обводнения нерестилищ в пойме Днестра для обеспечения условий размножения рыб фитофильной группы были уточнены максимальные расходы экологического попуска на уровне 500-700 м$^3$/с (табл. 3).

**Таблица 3. Рекомендованные максимальные расходы экологического попуска в створе Днестровской ГЭС с учетом обеспеченности весеннего естественного стока**

| Месяц | Расходы воды обеспеченностью меньше 75%, м$^3$/с | Расходы воды обеспеченностью 75% и больше, м$^3$/с |
|---|---|---|
| Март | 258 – 1095 | 54,1 – 257 |
| Апрель | 307 – 1264 | 159 – 306 |
| Май | 225 – 1131 | 84,1 – 225 |
| Максимальные расходы экологического попуска | 500 – 700, но не ниже 420 | 300 – 400 |

Характеристики установлены с учетом природной водности реки и максимально возможного использования сроков прохождения весеннего половодья для имитации природного гидрологического режима. Они внесены в основную «режимную» часть Правил и обязательны к выполнению. Для достижения указанных величин были оптимизированы регламенты суточной сработки Днестровского водохранилища в период нереста: до 10 см при отметке уровня воды 119,0 м БС и ниже, и до 20-25 см при отметке уровня воды выше 119,0 м БС.

Все вышеуказанные улучшения также стали возможными благодаря работе Межведомственной комиссии по установлению режимов эксплуатации днепровских и днестровских водохранилищ при Государственном агентстве водных ресурсах Украины (Государственном комитете по водному хозяйству Украины) на протяжении 1987-2021 годов. В настоящее время комиссия уже руководствуется новыми Правилами, которые являются основой для установления ежемесячных режимов роботы водохранилищ в соответствующие гидрологические периоды (приказ Министерства защиты окружающей среды и природных ресурсов Украины от 22 января 2022 года №39) [2]. Следует заметить, что с 01.01.2022 нарушение установленного Государственным агентством водных ресурсов Украины установленного режима эксплуатации водохранилищ влечет ответственность – наложение штрафа на граждан от 850 до 1700 гривен и на должностных лиц – от 1700 до 3400 гривен (ст. 61 Кодекса Украины об административных правонарушениях).

Новые Правила приведены к нормам, коррелирующим требованиям современного экологического законодательства и принципам устойчивого управления водными ресурсами в соответствии с последними изменениями в Водном кодексе Украины (ВКУ) [3] и процедурой согласования согласно статье 77 ВКУ. Эту работу выполняли команды Министерства защиты окружающей среды и природных ресурсов Украины и Государственное агентство водных ресурсов Украины.

## Обсуждение результатов

Процесс подготовки новых правил состоит из длительной хронологии событий. Украина начала работу по разработке новых Правил еще с 2006 года. В этом же году появилась первая редакция, подготовленная Украинским научно-исследовательским институтом водохозяйственно-экологических проблем. Необходимость усовершенствования документа также подтвердил пропуск катастрофического паводка через Днестровский комплексный гидроузел в 2008 году, который потребовал согласования действий с соответствующими органами Республики Молдова и их оповещения в условиях чрезвычайных ситуаций.

С 2009 года вопросы обновления Правил неоднократно поднимались на рабочих совещаниях, в том числе на заседаниях уполномоченных Правительств Украины и Республики Молдова по выполнению Межправительственного соглашения о совместном использовании и охране пограничных вод. В 2011 году вышла вторая редакция Правил [4], которая была подготовлена под руководством Укра-

инского научно-исследовательского института водохозяйственно-экологических проблем с участием широкого круга ученых и представителей отраслей – водопользователей и водопотребителей, включая Агентство «Апелле Молдовей». Для усовершенствования документа и приведения его к законодательным требованиям, Украина в 2013 году создала Межведомственную группу по подготовке Правил эксплуатации Днестровских водохранилищ (приказ Министерства экологии и природных ресурсов Украины от 15 февраля 2013 г. № 55). В 2016 году ответственной за доработку проекта Правил стала инжиниринговая компания в сфере гидроэнергетического и водохозяйственного строительства ЧАО «УКРГИДРОПРОЕКТ». Как раз в этот период были проведены масштабные гидрологические инженерные изыскания, при выполнении которых были уточнены гидрологические характеристики, морфологические параметры водохранилищ Днестровского комплексного гидроузла и доработана режимная часть с учетом ввода новых генерирующих мощностей [5].

Наибольший прогресс в совершенствовании Правил происходил с 2017 по 2021 годы за счет двусторонних визитов представителей Украины и Молдовы, в рамках заседаний рабочих групп и встреч членов Днестровской комиссии при поддержке проекта ГЭФ/ПРООН/ОБСЕ/ЕЭК ООН «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр». В этот период начался активный процесс обсуждения документа с заинтересованными сторонами. После официального обнародования Правил на сайте ЧАО «Укргидроэнерго» в рамках проекта ГЭФ (компонент 2 – работа по гидроэнергетике) был налажен сбор комментариев. Свои замечания и предложения направили профильные министерства, ведомства и ученые Украины и Республики Молдова, а именно Институт гидробиологии НАНУ, Национальный экологический центр Украины, НЭК «Укрэнерго», НПП «Нижнеднестровский», Одесское областное управление водных ресурсов, научные работники НААНУ, Днестровское бассейновое управление водных ресурсов, Международная ассоциация хранителей реки Eco-Tiras, Черновицкий рыбоохранный патруль, «Инфоксводоканал» и другие.

К анализу обновленных Правил также был привлечен независимый международный эксперт ОБСЕ господин Педро Кунья Серра, имеющий значительный практический опыт урегулирования вопросов рационального использования водных ресурсов в рамках трансграничного португальско-испанского международного сотрудничества, в частности, при реализации конвенции Альбуфейра. Его первые рекомендации были подготовлены в 2018 году [6], они стали предметом обсуждения на рабочих встречах в Одессе, Тирасполе, Кишиневе и Киеве. Следует отметить, что рекомендации относительно ключевых вопросов – параметров экологического весеннего попуска и минимальных расходов воды – в новых Правилах учтены в полной мере.

Дополнительно, с целью изучения опыта оптимизации режимов работы водоемов на трансграничных водотоках, для членов Днестровской комиссии проект ГЭФ предусмотрел ряд ознакомительных и обучающих визитов в Эстонию (г. Нарва и оз. Пепси) и Иберийский полуостров (реки Мино, Лимия, Доуро, Тахо, Гвадиана). У команды проекта также была возможность ознакомиться с лучшими практиками управления водными ресурсами на примере бассейна Гоулберн-Броукен и Планами обводнения рек Австралии, где определяются четкие регламенты экологических расходов воды. Для усовершенствования Правил прорабатывались и существующие международные соглашения по использованию трансграничных водотоков Аральского моря и Финляндии (оз. Сайма и р. Вуокса).

Основываясь на новых знаниях и опыте украинско-молдовскими экспертными группами, был проведен ряд тематических исследований по анализу влияния днестровских водохранилищ на состояние Днестра [7], относительно гидробиологических показателей весеннего экологического с Днестровского водохранилища [8] и вариантов его оптимизации на основе гидрологического анализа [9]. Полученные рекомендации легли в основу при формировании раздела 3 (пункт 4) Правил и Дополнения 6.

При уточнении минимальных расходов воды учитывались рекомендации экспертов, проектные параметры, обновленные морфометрические характеристики Днестровского водохранилища, водность реки и опыт фактической эксплуатации Днестровского водохранилища в наименьшие по водности годы. Самым показательным (за период с 1990 по 2020 годы) в этом плане являлся наиболее засушливый 2015 год, когда наблюдалась гидрологическая засуха длительностью около 130 дней. При этом водохранилище было сработано до критической отметки 112,87 м БС, на 8,13 метров ниже НПУ. Анализ 2015 года подтверждает верность заложенного подхода в Правилах.

Следует отметить, что между украинской и молдавской сторонами комиссии по устойчивому использованию и охране реки Днестр существует несогласованность мнений по докладу «Аналитический документ Анализ среднемноголетних и расчетных значений по месяцам и за год природного стока р. Днестр в створе Днестровской ГЭС-2 (F-40500км$^2$) за многолетний период наблюдений с 1895 по 2017 годы» относительно минимальных расходов воды [10]. Украине еще предстоит предоставить аргументированную позицию по этому поводу, а также расширить документ информацией за период 2018-2022 годы, проанализировав таким образом эффективность управления водными ресурсами в этот период и гидрологическую засуху 2022 года, которая уже отличилась особенно низкими показателями минимального стока.

## Выводы

Итак, несмотря на длительный и сложный процесс, речной бассейн Днестра получил Правила, которые, прежде всего, основываются на принципах экологически сбалансированного водохозяйствования. Важной задачей при формировании документа был поиск компромиссов между требованиями и ограничениями, часто противоречивыми и взаимоисключающими. Правила разрабатывались с учетом того, что Днестровское водохранилище, являющееся основным регулятором стока, стало неотъемлемой составляющей всего водотока и его режим напрямую зависит от технических параметров, природного стока и влияет на нижние участки и устье реки. Несмотря на компактность текстовой части, полученные Правила – это труд большого коллектива ведущих ученых, водопользователей и специалистов государственного управления Молдовы и Украины с учетом современных наработок в сфере водного менеджмента.

## Литература


1. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 209 від 23 травня 2022 року «Про затвердження Правил експлуатації водосховищ Дністровського комплексного гідровузла», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 13 червня 2022 року за № 635/37971.
2. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 39 від 22 січня 2022 року «Про затвердження Порядку встановлення режимів роботи штучних водних об'єктів та водогосподарських систем», зареєстровано в Міністерстві юстиції України 03 березня 2022 року за № 280/37616.
3. Водний кодекс України від 06.06.1995 № 213/95-ВР.
4. Правила експлуатації Дністровського водосховища / за ред. А. В. Яцика. Київ : УНДІВЕП.– 2011. – 120 с.
5. Проект Правил эксплуатации водохранилищ Днестровского каскада ГЭС и ГАЭС при НПУ 77.10 буферного водохранилища. – Харьков, ЧАО «Укргидропроект». – 732–39–Т48. – 2017. – 108 с.
6. Педро Серра. Отчет и рекомендации к обновленному проекту Правил эксплуатации водохранилища Днестровского каскада ГЭС и ГАЭС при НПУ 77,10 м буферного водохранилища. – июль-сентябрь 2018 – 43 с. URL: https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2019/01/recommendations_operation-rules_Dniester_Serra_Oct2018_Rus.pdf
7. Анализ влияния водохранилищ днестровских ГЭС на состояние Днестра / Отчет молдавско-украинской экспертной группы: В. Гребень. В. Губанов. О. Гуляева и др., за общ. ред. Н. Денисова. – Вена. Женева. Киев. Кишинев 2019. – 64 с.
8. Афанасьев С.А. Экспресс-исследование гидробиологических показателей для оптимизации режимов попусков из Днестровского водохранилища / Отчет проекта Глобального экологического фонда «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр». – ОБСЕ 2021. – 36 с.
9. Гуляева О. Денисов Н. Анализ целей, ограничений и возможностей оптимизации режима весеннего эколого-репродукционного попуска из Днестровского водохранилища/ Проект ГЭФ «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр» – ОБСЕ, Киев-Женева 2020. – 19 с.
10. Аналитический документ Анализ среднемноголетних и расчетных значений по месяцам и за год природного стока р. Днестр в створе Днестровской ГЭС- 2 (F-40500км$^2$) за многолетний период наблюдений с 1895 по 2017 гг.». – 2021. – 15 с. URL: https://dniester-commission.com/wp-content/uploads/2021/10/Qmin_RU_FIN_28102021.pdf

# СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА ЗАПОВЕДНИКА «ЯГОРЛЫК» В 2017-2021 ГОДАХ

***Сергей Чур***
*Государственный заповедник «Ягорлык»,*
*с. Гояны Дубоссарского района 4518, Приднестровье, Молдова*
*электронная почта: 770108grey@mail.ru*

## Введение

Государственный заповедник «Ягорлык», расположен на левом склоне долины реки Днестр (Дубоссарское водохранилище) в пределах Дубоссарского района, основан 15 февраля 1988 года в целях для сохранения уникальных, эндемичных сообществ и видов растений, охраны ихтиофауны и других групп биоты бассейна Среднего Днестра, в том числе сохранения в естественном состоянии природного комплекса акватории и береговой зоны Ягорлыкской заводи, создания на этой площади благоприятных условий для воспроизводства редких и исчезающих видов животных и растений и изучения естественного хода природных процессов, сохранения биологического разнообразия наземных, водных и болотных экосистем.

Ягорлыкская заводь – искусственно созданный водоем, расположенный в 380 км от устья Днестра, возникший при залитии Дубоссарского водохранилища в приустьевой части притока Днестра – реки Ягорлык и ее поймы. На акватории Дубоссарского водохранилища – это самая большая и расчлененная заводь.

В работе излагаются результаты изучения состояния зоопланктона Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» за 2017-2021 годы, приводятся данные о доминирующем комплексе, минимальных и максимальных величины численности и биомассы зоопланктона по годам, сезонной изменчивости и диапазоне колебаний количественных показателей зоопланктона по сезонам периода исследований.

## Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили пробы зоопланктона, отобранные в 2017-2021 годах (апрель-июль-октябрь) на 7 станциях Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык»: 1 – «База» в районе базы заповедника (средний участок), 2 – «Перешеек» (между средним и верхним участком), 3 – «Дойбанская долина» (верхний участок), 4 – «Сухой Ягорлык» (левый участок заводи), 5 – «Старый мост» (средний участок), 6 – «Цыбулевский» в районе одноименного ручья (нижний участок), 7 – «Устье» (нижний участок) (рис. 1).

**Рис. 1.** Станции отбора проб зоопланктона. Ягорлыкская заводь

Отбор проб проводился с лодки при помощи планктонной сетки (газ № 64). Всего за 2017-2021 годы отобрано и обработано 210 количественных и качественных проб. Фиксировался материал 4 % формалином. Обработка материала проводились по современным стандартным методикам.

Данные по численности (N) и биомассе (B) зоопланктона представлены как количество организмов и миллиграммов в единице объема (экз./м$^3$ и мг/м$^3$ соответственно).

Результаты и их обсуждение

Зоопланктон Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» формируют коловратки (*Rotatoria*), ветвистоусые (*Cladocera*) и веслоногие (*Copepoda*) ракообразные. Кроме представителей основных групп в зоопланктоне встречаются инфузории, остракоды, водные клещи, личинки водных насекомых, представители фитопланктона.

В состав доминирующего комплекса зоопланктона заводи за период с 2017 по 2021 годы входили:

- 2017 год: *Rotatoria – Brachionus angularis, Keratella cochlearis, K. quadrata; Cladocera – Daphnia cucullata Sars, Diaphanosoma brachyurum; Copepoda – Nauplia* циклопид*;*
- 2018 год: *Rotatoria*: *Keratella cochlearis, K. quadrata,* представители родов *Asplanchna* и *Polyarthra*; *Cladocera*: *Bosmina longiristris, Daphnia cucullata, Diaphanosoma brachyurum*; *Copepoda*: представители рода *Cyclops*, их *Copepodita* и *Nauplia*;
- 2019 год: *Rotatoria*: *Keratella cochlearis*, *Brachionus angularis*, *Keratella quadrata*, *Euchlanis dilatata*; *Cladocera*: *Bosmina longiristris, Daphnia cucullata, Diaphanosoma brachyurum*, *Copepoda*: представители рода *Cyclops*, их *Copepodita* и *Nauplia*.
- 2020-2021 годы: *Rotatoria*: *Keratella cochlearis*, *K. quadrata,* представители родов *Asplanchna* и *Polyarthra*; *Cladocera*: *Daphnia cucullata, Bosmina longiristris, Diaphanosoma brachyurum*, *Copepoda*: представители рода *Cyclops*, их *Copepodita* и *Nauplia*.

В 2017 и 2020 годах в зоопланктоне зафиксированы коловратки рода *Trichotria, Notholca* и *Platyias* (первые последний раз отмечены в составе зоопланктона в 2006 году, вторые и третьи – в 2011 году), в 2019 году – *Keratella tropica* (отмечены последний раз в 2008 году), в 2016 и 2018 годах ветвистоусые ракообразные – *Bosmina coregoni Baird*, (за период с 2006 по 2021 годы вообще не встречались в зоопланктоне заводи) [1-6].

За указанный период максимальные величины количественных показателей зоопланктона Ягорлыкской заводи зафиксированы в 2017 году по численности – 30516 экз./м$^3$ и в 2021 году по биомассе – 1149,123 мг/м$^3$, по основным группам: *Rotatoria* в 2017 году по численности – 12842 экз./м$^3$ и в 2018 году по биомассе – 325,573 мг/м$^3$, *Cladocera* в 2018 году по численности – 10915 экз./м$^3$ и в 2020 году по биомассе – 974,675 мг/м$^3$; *Copepoda* в 2017 году по численности – 13066 экз./м$^3$ и биомассе – 295,412 мг/м$^3$ (табл. 1).

**Таблица 1. Численность (числитель, экз./м3) и биомасса (знаменатель, мг/ м$^3$) зоопланктона Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» в 2017-2021 годах**

| Группа | Год | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** |
| *Rotatoria* | 12842<br>84,838 | 8585<br>134,408 | 7572<br>98,809 | 3201<br>89,425 | 8286<br>197,561 |
| *Cladocera* | 4611<br>482,040 | 10915<br>433,316 | 3549<br>320,166 | 9712<br>974,675 | 5154<br>556,551 |
| *Copepoda* | 13066<br>295,412 | 7528<br>148,563 | 8674<br>225,624 | 10578<br>212,537 | 15336<br>395,011 |
| ИТОГО | 30516<br>862,290 | 27028<br>716,287 | 19795<br>644,599 | 23491<br>1276,637 | 28776<br>1149,123 |

Наименьшие величины зоопланктона заводи за данный период отмечены в 2019 году по численности – 19795 экз./м$^3$ и биомассе – 644,599 мг/м$^3$, а в отношении основных групп: *Rotatoria* в 2020 году по численности – 3201 экз./м$^3$ и в 2017 году по биомассе – 84,838 мг/м$^3$, *Cladocera* по численности в 2019 году по численности – 3549 экз./м$^3$ и биомассе – 320,166 мг/м$^3$, *Copepoda* в 2018 году по численности – 7528 экз./м$^3$ и биомассе – 148,563 мг/м$^3$.

Величины численности и биомассы варьируют по сезонам в широких пределах (табл. 2). Максимальная сезонная численность зоопланктона за период 2017-2021 гг. отмечена весной 2020 года – 17571 экз./м$^3$, летом 2017 года – 58671 экз./м$^3$, осенью 2021 года – 58646 экз./м$^3$. Минимальная сезонная численность отмечена весной в 2019 году – 5336 экз./м$^3$, летом 2021 года – 19649 экз./м$^3$, осенью 2020 года – 13542 экз./м$^3$. Диапазон колебаний численности за период исследований составил: для весны – 1110-51150 экз./м$^3$, для лета – 1820-165660 экз./м$^3$, для осени – 1730-243900 экз./м$^3$.

**Таблица 2. Сезонная изменчивость численности и биомассы зоопланктона Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» в 2017-2021 годах**

| Показатель | | Год | Сезон | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Весна | Лето | Осень |
| Численность, экз./м$^3$ | Средняя | 2017 | 13402 | 58671 | 19963 |
| | | 2018 | 14237 | 24792 | 41057 |
| | | 2019 | 5336 | 40081 | 13970 |
| | | 2020 | 17571 | 39360 | 13542 |
| | | 2021 | 7893 | 19649 | 58646 |
| | Колебания | 2017 | 6940-20900 | 20800-122180 | 5890-44580 |
| | | 2018 | 5360-24780 | 11840-35420 | 3870-221820 |
| | | 2019 | 1110-10240 | 4790-165660 | 1730-36300 |
| | | 2020 | 3420-51150 | 3920-57570 | 6510-24210 |
| | | 2021 | 4340-12260 | 1820-41660 | 2110-243900 |
| Биомасса, мг/м$^3$ | Средняя | 2017 | 268,878 | 1737,452 | 380,946 |
| | | 2018 | 324,875 | 486,878 | 856,946 |
| | | 2019 | 81,810 | 956,171 | 895,896 |
| | | 2020 | 430,986 | 2851,260 | 418,975 |
| | | 2021 | 77,229 | 859,313 | 2510,421 |
| | Колебания | 2017 | 72,389-957,373 | 471,937-3712,514 | 52,494-993,622 |
| | | 2018 | 126,306-640,810 | 186,267-952,079 | 50,453-4520,681 |
| | | 2019 | 17,344-194,928 | 332,155-3458,412 | 29,719-3419,726 |
| | | 2020 | 40,533-1282,570 | 347,028-4836,428 | 108,082-902,493 |
| | | 2021 | 32,605-131,835 | 49,267-2871,746 | 44,434-10858,737 |

Наибольшие величины биомассы в 2017-2021 годах зафиксированы весной 2020 года – 430,986 мг/м$^3$, летом 2020 года – 2851,260 мг/м$^3$, осенью 2021 года – 2510,421 мг/м$^3$, наименьшие весной 2021 года – 77,229 мг/м$^3$, летом 2018 года – 486,878 мг/м$^3$, осенью 2017 года – 380,946 мг/м$^3$. Диапазон колебаний биомассы за период исследований составил: для весны – 17,344-1282,570 мг/м$^3$, для лета – 49,267-4836,428 мг/м$^3$, для осени – 29,719-10858,737 мг/м$^3$.

## Выводы

1. Основу зоопланктонного сообщества в 2017-2021 годах Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» составили: *Rotatoria – Brachionus angularis, Keratella cochlearis, Keratella quadrata,* представители родов *Asplanchna* и *Polyarthra*; *Cladocera – Bosmina longiristris, Daphnia cucullata, Diaphanosoma brachyurum*; *Copepoda* – представители рода *Cyclops*, их *Copepodita* и *Nauplia*.

В 2017 и 2020 годах были обнаружены коловратки рода *Trichotria, Notholca* и *Platyias*, первые последний раз отмечены в составе зоопланктона в 2006 году, вторые и третьи – в 2011 году, в 2019 году – *Keratella tropica* (отмечен последний раз в 2008 году), в 2016 и 2018 годах представители ветвистоусых ракообразных – *Bosmina coregoni* (более не отмеченных за период исследований 2006-2021 гг.).

2. За обозначенный период максимальные величины зоопланктона Ягорлыкской заводи зафиксированы в 2017 году по численности – 30516 экз./м$^3$ и в 2021 году по биомассе – 1149,123 мг/м$^3$, минимальные в 2019 году по численности – 19795 экз./м$^3$ и биомассе – 644,599 мг/м$^3$.

3. Максимальная сезонная численность зоопланктона за период 2017-2021 гг. отмечена летом 2017 года – 58671 экз./м$^3$, минимальная весной в 2019 году – 5336 экз./м$^3$, максимальная сезонная биомасса летом 2020 года – 2851,260 мг/м$^3$, наименьшие летом 2018 года – 486,878 мг/м$^3$.

**Литература**

1. Чур С.В. Динамика численности и биомассы зоопланктона заповедника «Ягорлык» // Бассейн реки Днестр: Экологические проблемы и управление трансграничными природными ресурсами, Материалы международной научно-практической конференции, 15-16 октября 2010, Тирасполь, 2010, 285-286;
2. Чур С.В. Распределение зоопланктона по стационарам Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» 2009-2011 гг. // Геоэкологические и биоэкологические проблемы северного Причерноморья, Материалы IV международной научно-практической конференции, Тирасполь, 2012, стр. 348-349;
3. Чур С.В. Сезонная изменчивость зоопланктона Ягорлыкской заводи Заповедника «Ягорлык» в 2009-2013 гг. // Геоэкологические и биоэкологические проблемы северного Причерноморья, Материалы V международной научно-практической конференции, Тирасполь, 2014, стр. 321-322;
4. Чур С.В. Количественное развитие зоопланктона Дубоссарского водохранилища и Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» // Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сборник научных статей, Бендеры: Eco-TIRAS, 2016, стр. 562-564;
5. Шарапановская Т,Д,, Т.Д., Изверская, В.С. Гендов, О.В. Ионица, С.В. Чур, С.И. Филипенко, Д.П. Богатый, А.Н. Ребдев, И.Г. Федеров, О.С. Безман-Мосейко, А.А. Тищенков. Биоразнообразие заповедника «Ягорлык»: состояние и некоторые итоги исследований к 2016 году // Экология. Окружающая среда. Состояние и перспективы. Сборник научных статей, ГУ «Республиканский НИИ экологии и природных ресурсов», Бендеры, «Полиграфист», 2016, С. 160-173;
6. Чур С.В. Результаты изучения зоопланктона Ягорлыкской заводи заповедника «Ягорлык» в 2014-2019 годах // Конф. памяти канд. биол. наук, доцента Л.Л. Попа. The Conference dedicated to Associate Professor L.L. Popa. – Тирасполь: Eco-TIRAS, 2020, С. 239-245.

# ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (БАЗЫ ДАННЫХ) ПО ФЛОРЕ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ ЗАПОВЕДНИКА «ЯГОРЛЫК» И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

***Т.Д. Шарапановская[1], Т.Д. Изверская[1,2], В.С. Гендов[1,2]***

*[1]Государственный заповедник «Ягорлык»*
*с. Гояны, Дубоссарский район, 4823, ПМР*
*Тел. (+373) 0215 27439; электронная почта: cheshicat@gmail.com*
*[2]Национальный ботанический сад (Институт) Республики Молдова*
*ул. Лесная 18, Кишинёв,2022, Республика Молдова*
*Тел. (+373) 022 550443; электронная почта: t_izverskaia@mail.ru, v_ghendov@mail.ru*

Государственный заповедник «Ягорлык» – единственная заповедная территория, площадью 1136 га, в Приднестровье, создан для охраны и восстановления природного комплекса Среднего Приднестровья, а также изучения естественного хода природных процессов, с целью сохранения биоразнообразия и разработки принципов восстановления типичных и уникальных экосистем, обеспечивающих относительно устойчивое развитие и высокую продуктивность природных сообществ фауны и флоры [21]. В соответствии с действующим Законодательством Приднестровья государственные природные заповедники (ООПТ – особо охраняемые природные территории) являются ценными природными комплексами природно-заповедного фонда страны, выполняющими природоохранные, природно-восстановительные, научно-исследовательские и эколого-просветительские функции [4].

Научно-исследовательские работы в заповеднике «Ягорлык» ведутся с целью изучения естественных процессов природных экосистем, выявления происходящих в них изменений, разработки научных основ охраны, использования и восстановления природных экосистем, проведения экологического мониторинга и прогнозирования экологической ситуации в регионе. Одним из приоритетных направлений научно-исследовательской работы является инвентаризация, создающая основу для всех основных составляющих деятельности заповедника, задачей управления которого состоит в оценке компонентов разнообразия природных комплексов территории. Инвентаризация включает в себя выявление видового состава биоты (флоры и фауны), сообществ и экосистем, почв, уникальных природных объектов, а также изучение состояния популяций редких и исчезающих видов, узких и

локальных эндемиков, видов растений, имеющих высокую экономическую ценность (лекарственные, пищевые и др.) [5].

На флористически богатой территории заповедника выявлено около 840 дикорастущих видов сосудистых растений, относящихся к 396 родам и 96 семействам. Данные получены в результате полевых исследований флоры (научные исследования начаты с 1988 года научными сотрудниками Ботанического сада (Института) АН МССР (ныне Национального Ботанического сада (Института) Республики Молдова им. акад. А.Чуботару) и сотрудниками заповедника, с 2000 года – научными сотрудниками отдела науки заповедника «Ягорлык») и на основе гербарного материала, в том числе трудно тестируемых в полевых условиях сомнительных видов, хранящихся в заповеднике (Рис. 1, 2, 3). В настоящее время коллекция гербарных образцов включает 1242 гербарных листа, представляющие 562 вида из 81 семейства и 301 рода.

**Рис. 1.**

**Рис. 2.**

**Рис. 3.**

Гербарные образцы видов сосудистых растений, хранящиеся в заповеднике «Ягорлык»

Развитие информационных технологий ставит необходимость освоения новых методов при проведении биологических и, в частности, ботанических исследований. Исследователи, не имеющие специальной математической или программистской подготовки, ощущают необходимость в интеграции результатов своей деятельности в едином информационном пространстве, позволяющем объединить разноформатные данные для обобщающих совместных работ, для ведения долговременного мониторинга состояния сообществ и популяций, для удобного хранения данных по видовому составу, его характеристикам и оперативного обмена информацией. В этом отношении базы данных (БД) являются наиболее удобной формой создания единого информационного пространства [3].

Наиболее важной проблемой при инвентаризации и мониторинге объектов природного биоразнообразия особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является необходимость интеграции большого количества разнородной информации с целью формирования баз данных и поисково-аналитических систем, обеспечивающих оперативный доступ к информации заинтересованных лиц и организаций.

Согласно плану научно-исследовательских работ заповедника, созданы 2 базы данных, одна – по гербарным образцам, вторая – по всем видам, произрастающим на территории заповедника. Работа по созданию (разработке структуры и заполнению формата базы) была начата в 2007 году и продолжается по настоящее время.

По материалам гербарных образцов создана база данных, выполненная в программе по обработке электронных таблиц Excel, которая, при необходимости может быть преобразована в систему управления базами данных Access. Она включает следующие информационные поля (из данных гербарных этикеток): семейство, латинское название растения, место произрастания в заповеднике – урочище, местообитание, фенофаза, дата сбора, а также фамилии, кто собрал и определил гербарный материал. В дальнейшем при сборе материала, особенно редких видов растений, планируется фотографировать растения, фиксировать его точное место произрастания (координаты GPS).

Для сбора, хранения, систематизации, упорядочивания и быстрого поиска всей необходимой для исследователя информации по конкретному виду, произрастающему в заповеднике, создана база данных в программе Access. База включает следующие характеристики по каждому виду:

- принадлежность к семейству;
- научное название (латинское, русское и румынское);
- биоморфа – жизненная форма (по Раункиеру), с использованием литературных данных и указанием типа корневой системы;
- экоморфа;
- принадлежность к фитоценотической группе (использована система, предложенная Т.И. Исаченко и Е.И. Рачковской [9], в которой по преобладающей приуроченности растений выделены основные типы сообществ: **лесной** – растения лесов, **луговой** – растения лугов, **степно-луговой** – в большинстве своем включающий растения остепненных лугов и, частично, луговых и настоящих богаторазнотравных степей, **лугово-степной** – виды, произрастающие преимущественно в луговых и настоящих богаторазнотравных степях и, частично, заходящие на луга, **степной** – приуроченный к настоящим разнотравным степям, **каменисто-степной** – растения развивающиеся на каменисто-щебнистых обнажениях твердых пород с маломощной почвой, **пустынно-степной** – растения самых южных аридных степных сообществ, **водно-болотный** – растения, произрастающие на мелководьях водоема, **водный** – растения, развивающиеся в толще воды и на ее поверхности);
- географический элемент;
- расположенность на границе ареала (особенность расположения пунктов произрастания видов в заповеднике к общему распространению (границы ареала);
- реликтовость;
- эндемизм видов.

Для редких видов показан их охранный статус на национальном и Европейском уровнях и включенность в:

- **Экологическое законодательство Республики Молдова** [22] с указанием категории редкости охраняемых видов: **I** – исчезнувший вид, **II** – вид, находящийся под угрозой исчезновения, **III** – вид, численность которого сокращается катастрофически быстро, что может поставить его под угрозу исчезновения, **IV** – редкий вид, **V** – неопределенный вид, **VI** – восстановленный вид, **VII** – недостаточно изученный вид, **VIII** – вид, не вызывающий опасений;
- **Красную книгу Республики Молдова** [24] с указанием категории редкости: критически угрожаемые (категория **CR**), угрожаемые (**EN**) и уязвимые видов (**VU**);
- **Красную книгу Приднестровья** [10];
- **Красную книгу Украины** [12];
- **Красную книгу Румынии** [25];
- **Красный Список Европы** [23];
- Приложения II и IV **Директивы ЕС по местообитаниям** (Директива Совета 92/43/EEC от 21 мая 1992 по сохранению природных местообитаний и дикой фауны и флоры) [26];
- **Конвенцию по Сохранению Европейской дикой природы и естественных местообитаний** (Бернская Конвенция, 1979) [27].

Вся информация по видам, собранная в базах, используется как в научной деятельности, так и в эколого-просветительской работе, которая является одним из ведущих направлений деятельности заповедника (Статья 21) [4]. В первую очередь это работа со средствами массовой информации, издательская деятельность, проведение экологических экскурсий и организация познавательного туризма и др.

За последние годы эколого-просветительская работа заповедника приобрела целенаправленный и масштабный характер, а также социальную направленность. На базе результатов научных исследований, в том числе при поддержке Международной ассоциации хранителей реки «Eco-TIRAS» и Экологического общества «BIOTICA» издано 4 научных коллективных монографий: Заповедник «Ягорлык», 2006 [19]; Заповедник «Ягорлык». План реконструкции и управления как путь сохранения биологического разнообразия, 2011 [5]; Дикорастущие хозяйственно-ценные растения заповедника «Ягорлык», 2012 [17]; Редкие виды сосудистых растений ключевой территории международного значения «Ягорлык» Национальной экологической сети Республики Молдова, 2018 [6]. Также изданы: брошюра (Заповедник «Ягорлык» – жемчужина природы Приднестровья, 2020) [21], буклет

(Маршрут экотропы «Экосистемы заповедника «Ягорлык») и информационная карта заповедника «Ягорлык». Популяризация знаний о биоразнообразии заповедника осуществлялась сотрудниками заповедника с докладами на международных и региональных конференциях («Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья» [2, 8, 15, 18], «Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра» [1, 11], «Интегрированное управление природными ресурсами трансграничного бассейна Днестра» [7, 16], «Академику Л.С.Бергу – 135 лет» и «Академику Л.С.Бергу – 140 лет» [13, 14, 20] и др. в период 2001-2021 гг.).

С 2014 года по настоящее время проводится работа по созданию дидактических материалов для научных работников, студентов, школьников старших классов по флористическому разнообразию «Ягорлыка», путем создания электронных презентаций (выполненной в программе Power-Point). Уже подготовлен электронный материал по редким видам заповедника, охраняемым на региональном и Европейском уровнях – «Редкие виды сосудистых растений заповедника «Ягорлык». В стадии завершения находится иллюстрированное издание по флористическому составу сосудистых растений заповедника «Флора сосудистых растений заповедника Ягорлык», включающему 839 видов. В работе обобщены результаты многолетних исследований (по материалам собственных исследований в соавторстве издано 25 научных работ) по изучению флористического состава растительности заповедника «Ягорлык», отражающие современное состояние редких видов сосудистых растений, а также материалы из составленных баз данных – общий ареал, геоэлемент, фито- и экогруппа, биоморфа, включенность в международные и региональные Красные списки (Рис. 4). По окончанию работы материалы будут помещены на электронные носители информации (флэшки или диски), на сайте Государственной службы экологического контроля и охраны окружающей среды ПМР и на постоянно обновляемом в интернете сайте заповедника «Ягорлык», который будет создан в ближайшем будущем. Электронные носители будут распространены в средних и высших учебных заведениях, природоохранных и экологических НПО и др.

**Рис. 4.** Образец оформления слайда для вида (на примере Genista tetragona Besser) с использованием материалов базы данных, выполненных в Access

Таким образом, результаты по выявлению видового состава сосудистых растений и характеристики видов, собранные по литературным данным, обобщены в созданных и постоянно обновляемых базах данных заповедника «Ягорлык». Базы данных содействуют сбору, хранению, систематизации и быстрому поиску необходимой информации, используемой как в научной, так и просветительской деятельности заповедника. В дальнейшем планируется дополнение формата базы данных по видовому составу заповедника, выполненной в Access, новыми данными по распространению в заповеднике, состоянию ценопопуляций и иллюстративным материалом (фото внешнего вида растения и его частей, фото биотопа).

**Литература**


1. Гендов В.С., Изверская Т.Д., Тофан-Дорофеев Е.В., Ионица О.В. Новые виды сосудистых растений Заповедника ”Ягорлык” // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Мат. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. Тирасполь: Eco-Tiras, 2018. С. 48-54.
2. Гендов В.С., Изверская Т.Д., Шабанова Г.А. Дополнение к флоре заповедника «Ягорлык»: некоторые редкие виды однодольных // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Мат. IV Междунар. науч.-практ. конф. Тирасполь, 9-10 ноября 2012г. – Тирасполь: Изд-во Приднестр. Ун-та, 2012. С. 71-73.
3. Голуб В.Б., Сорокин А.Н., Ивахнова Т.Л., Старичкова К.А., Николайчук Л.Ф., Бондарева В.В. Геоботаническая база данных долины Нижней Волги // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2009. Т. 11, № 1(4). С. 577-582.
4. Закон о природно-заповедном фонде Приднестровской Молдавской Республики №719-3-III от 6.01.2006 г.
5. Заповедник «Ягорлык». План реконструкции и управления как путь сохранения биологического разнообразия. / Шабанова Г.А., Изверская, Т.Д., Гендов В.С., Сыродоев Г.Н. [и др.]; под науч. ред. Г.А. Шабановой. Дубоссары: Eco-TIRAS. 2011. 128 с.
6. Изверская Татьяна, Гендов Вячеслав, Ионица Ольга, Тофан-Дорофеев Елена. Редкие виды сосудистых растений ключевой территории международного значения «Ягорлык» Национальной экологической сети Республики Молдова. Экологическое общество «BIOTICA». 2018. 130 с. http://bioticamoldova.org/ru/lib_bio.htm
7. Изверская Т.Д., Гендов В.С., Ионица О.В. Дополнения к флоре сосудистых растений заповедника «Ягорлык» // Интегрированное управление бассейном трансграничного Днестра: платформа для сотрудничества и современные вызовы. Междунар. конф. Тирасполь, 26-27 окт. 2017 года. С. 140-147.
8. Изверская Т.Д., Гендов В.С., Шабанова Г.А. Роль заповедника «Ягорлык» в сохранении редких видов сосудистых растений европейского значения // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Мат. IV Междунар. науч.-практ. конф., Тирасполь, 9-10 ноября 2012 г. Тирасполь: Изд-во Приднестр. ун-та, 2012. С. 122-124.
9. Исаченко Т.И., Рачковская Е.И. Основные зональные типы степей Северного Казахстана. Геоботаника. ХШ. М.-Л. 1961. С. 133-397.
10. Красная книга Приднестровья. Тирасполь: Б. и., 2009. 376 с.
11. Тофан-Дорофеев Е.В., Изверская Т.Д., Гендов В.С., Ионица О.В. Обзор видов рода Шиповник (*Rosa* L.) во флоре Заповедника „Ягорлык” // Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра. Мат. науч.-практ. конф. (с международным участием), Тирасполь, 16-17 ноября 2018 г. Тирасполь: Eco-Tiras, 2018. С. 195-201.
12. Червона Книга України. Рослинний свит /Ред. Я.П.Дідуха. Киев: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
13. Шабанова Г.А., Изверская Т.Д., Гендов В.С. Дополнение к флористическому составу заповедника «Ягорлык» / Академику Л.С.Бергу – 135 лет. Сб. науч. статей. Бендеры: Eco-TIRAS, 2011. С. 95-98.
14. Шабанова Г.А., Изверская Т.Д., Гендов В.С. Структурно-популяционная характеристика наиболее редких растений заповедника «Ягорлык» // Академику Л.С.Бергу – 135 лет. Сб. науч. статей. Бендеры: Eco-TIRAS, 2011. С. 98-105.
15. Шабанова Г.А., Изверская Т.Д., Шарапановская Т.Д., Рущук А.Д. Растительность заповедника «Ягорлык» и некоторые общие тенденции ее развития // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Мат. междунар. научно-практ. конф. Тирасполь, 28-30 марта 2001 г. С. 346-348.
16. Шабанова Г.А., Изверская Т.Д., Рущук А.Д. Анализ флоры заповедника «Ягорлык» /Интегрированное управление природными ресурсами трансграничного бассейна Днестра. Мат. Междунар. конф., 16-17 сент. 2004 г. Кишинев: Eco-TIRAS, 2004. С. 371-374.
17. Шабанова Г.А., Изверская Т.Д., Гендов В.С. Дикорастущие хозяйственно-ценные растения заповедника «Ягорлык». Asoc. Intern. Ecologică „Eco-Tiras”. 2012. 264 с.
18. Шабанова Г.А., Изверская Т.Д., Шарапановская Т.Д., Рущук А.Д. Растительность заповедника «Ягорлык» и некоторые общие тенденции ее развития // Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. Мат. междунар. научно-практ. конф. Тирасполь, 28-30 марта 2001 года. С. 346-348.

19. Шарапановская Т.Д., Шабанова Г.А., Изверская Т.Д. и др. Заповедник «Ягорлык». Chişinău: Eco-TIRAS, 2006. 170 с.
20. Шарапановская Т.Д., Изверская Т.Д., Гендов В.С., Тищенков А.А. Эколого-просветительская деятельность Заповедника «Ягорлык» // Академику Л.С.Бергу – 140 лет. Сб. науч. статей. Бендеры: Eco-TIRAS, 2016. С. 289-293.
21. Шарапановская Т.Д., Тищенков А.А., Изверская Т.Д., Гендов В.С. и др. Заповедник «Ягорлык» – жемчужина природы Приднестровья. Тирасполь, 2020. 102 с.
22. Экологическое законодательство Республики Молдовы (1996-1998). Кишинев, 1999. 259 с.
23. Bilz M., Kell S.P., Maxted N. And Landsdown R.V. European Red List of Vascular Plants. Luxembourg: Publications Office of European Union. 2011.
24. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Ed. 3. Chişinău: «Ştiinţa», 2015. 492 p.
25. Cartea Roşie a plantelor vasculare din România /Gheorghe Dihoru, Gavril Negrean. Bucureşti: «Editura Academiei Române», 2009. 630 p.
26. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora, O.J. L206, 22.07.92.1992. P. 0007-0050.
27. Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats. Bern, Switzerland. 1979. http://conventions.coe.int/Treaty/EN/Treaties/Html/104.htm.

# МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИАЛЬНОГО ПЛАНКТОНА В РЕКЕ ДНЕСТР КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ

***Игорь Шубернецкий, Ольга Журминская, Мария Негру***
*Институт зоологии, Кишинев, Республика Молдова*
*Тел. +373 69183819, e-mail i.subernetkii@mail.ru*

## Введение

Современные водные экосистемы испытывают колоссальные нагрузки от воздействия человеческой деятельности на экосферу Земли. Следствиями этой деятельности являются не только загрязнение окружающей среды, но и климатические изменения, которые во втором десятилетии XXI века выходят на первое место по силе воздействия и результатам разрушений. Проливные дожди в июле 2021 года вызвали крупнейшее за последние 100 лет наводнение в Европе, следствием которого стали человеческие жертвы и огромный материальный ущерб. С другой стороны, засуха 2022 года, в результате которой обмелели и стали несудоходными (и даже пересохли) многие реки Западной Европы, уже признана сильнейшей за последние 500 лет. И в то же время, способность биологических систем к саморегуляции при изменении условий окружающей среды (поддержание гомеостаза) дает возможность водным экосистемам восстанавливать свои функциональные параметры, что мы и наблюдали во время пандемии COVID-19 в 2020 году, когда локдаун приостановил многие виды деятельности человека. Рыба вернулась не только в европейские реки, но даже в их транспортные системы – городские каналы.

В поддержании гомеостаза водных экосистем участвует весь биотический комплекс, но первостепенная роль принадлежит микробиоте, благодаря короткому жизненному циклу и активному метаболизму микроорганизмов с широким диапазоном ферментных систем и адаптационных механизмов. Важнейшей компонентой водной микробиоты является бактериопланктон. Это самая многочисленная группа планктонного сообщества, которая выполняет в планктонных пищевых цепях роль связывающего звена между органическим веществом и различными консументами. Вместе с бактериобентосом, бактериопланктон осуществляет деструкцию органического вещества, обеспечивая тем самым самоочищение водоемов, а также участвует в круговороте азота, фосфора, углерода, серы и других биогенных элементов. Основными факторами, влияющими на численность автохтонного бактериопланктона в пищевых планктонных сетях, считаются доступность органического субстрата и скорость выедания бактерий со стороны консументов [1–3]. Немаловажную роль играет также интенсивность лизиса микробных клеток водными вирусами (бактериофагия). Показатели численности

общего (*Ntot*) и сапрофитного (*Nsapr*) бактериопланктона включены в группу гидробиологических параметров оценки качества поверхностных вод Республики Молдова [4]. Были разработаны классификаторы трофического статуса поверхностных водных объектов, позволяющие на базе многолетних данных научного мониторинга оценить уровень трофности водоема по различным гидробиологическим параметрам, в том числе, по показателям *Ntot* и *Nsapr*, а также их соотношению [5-6].

## Материал и методы исследований

В представленной работе использованы результаты научного мониторинга реки Днестр, реализованного Лабораторией гидробиологии и экотоксикологии в период 2003-2021 гг. в рамках различных национальных и международных проектов. Пробы воды отбирали в течение вегетационного сезона (весна-лето-осень). Локация исследований охватывает весь молдавский сектор реки Днестр от Наславчи до Паланки (11 станций мониторинга), включая Дубоссарское водохранилище. Для оценки межгодовой динамики численности бактериопланктона были выбраны 4 станции: Наславча, Сороки, Кочиерь и Паланка. Выбор станций определялся различием гидрологических и экологических условий. В частности, для участка Днестра, где расположена станция Наславча, характерен гидрологический режим речного типа. Особенностью данного участка является нарушение естественного температурного режима реки, обусловленное спецификой функционирования Днестровского гидроэнергетического комплекса (Украина), а именно: весной и летом температура воды здесь ниже, а осенью и зимой – выше натуральных значений для данного экорегиона. Изменение сезонной динамики температуры водного объекта нарушает естественные жизненные циклы всех гидробионтов, (в том числе бактериопланктона), поскольку температура воды является определяющим и лимитирующим фактором их развития. Участок реки ниже города Сороки в течение многих лет испытывает антропогенное воздействие, обусловленное сбросом неочищенных сточных вод. Станция Кочиерь находится на нижнем приплотинном участке проточно-руслового Дубоссарского водохранилища. Глубина Днестра достигает здесь 14 м, а гидрологический режим ближе к озерному типу, чем к речному. Взаимозависимость гидрологических и гидробиологических параметров хорошо прослеживается на примере развития бактериопланктона на этом участке Днестра: замедленная скорость течения способствует оседанию взвешенных частиц (в т.ч., бактериальных взвесей), повышая прозрачность воды; высокая прозрачность увеличивает глубину фотической зоны, куда проникают УФ лучи; воздействие УФ-излучения является лимитирующим фактором для развития бактериопланктона. В то же время следует учитывать, что разовые пробы воды отражают состояние водоема на момент отбора проб. Это состояние всегда является динамичным и находится под воздействием многих факторов, включая (кроме уже перечисленных) погодные условия, точечные загрязнения, суточные колебания температуры и др. Что касается станции Паланка, она расположена на устьевом участке Днестра перед его впадением в Днестровский лиман. Экосистема реки в этой зоне также имеет свои специфические характеристики.

Для сравнительного анализа были использованы результаты микробиологического анализа 183 проб воды реки Днестр. Отбор и обработку проб осуществляли по стандартным гидробиологическим методам, представленным в национальных руководствах [6–7]. Общее количество бактерий определяли по методике Разумова И.А. на мембранных фильтрах *Sartorius* с диаметром пор 0,2 мкм.

## Результаты и обсуждение

Диапазон варьирования и сезонная динамика параметра «общая численность бактериопланктона» на каждом конкретном участке реки Днестр определяются гидрологическими и экологическими условиями, о которых было сказано выше. Численность летнего бактериопланктона всегда более высокая, чем в весенний и осенний сезоны, что обусловлено естественной сезонной динамикой температур воды (Рис. 1). Анализ данных в многолетнем аспекте сглаживает крайние значения вариаций параметра, которые могут иметь место в любом сезоне в результате воздействия случайных факторов (ливневые дожди, точечные загрязнения, гидрологическая засуха), значительно расширяя диапазон сезонных колебаний численности бактериопланктона в поверхностных водоемах и водотоках. Графический анализ многолетних данных демонстрирует и влияние неслучайных факторов: нарушение температурного режима реки Днестр на станции Наславча (температурное загрязнение) значительно сдвигает естественный осенний тренд параметра.

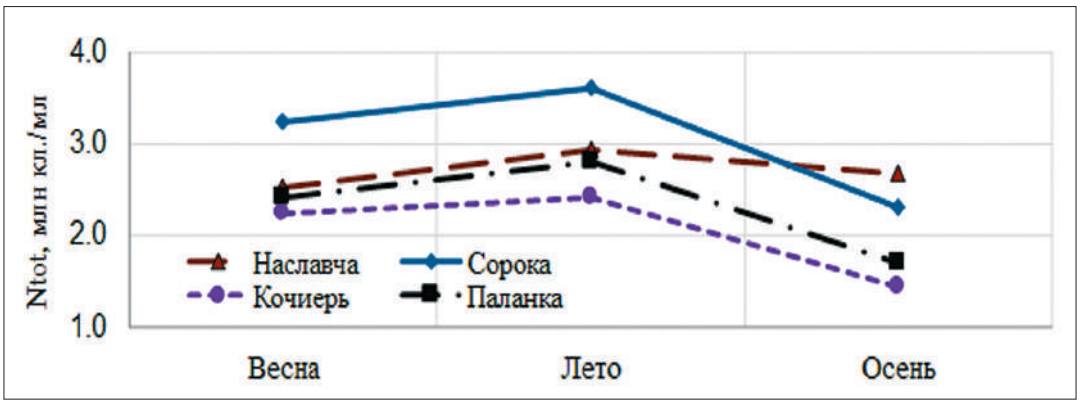



**Рис.1.** Сезонная динамика общей численности бактериопланктона в реке Днестр за период наблюдения 2003-2021 гг.

Для детализации межгодовых вариаций параметра *Ntot* и выявления трендов распределения бактериального планктона по продольному профилю Днестра также был применен графический анализ данных. Результаты представлены на Рис. 2-3.

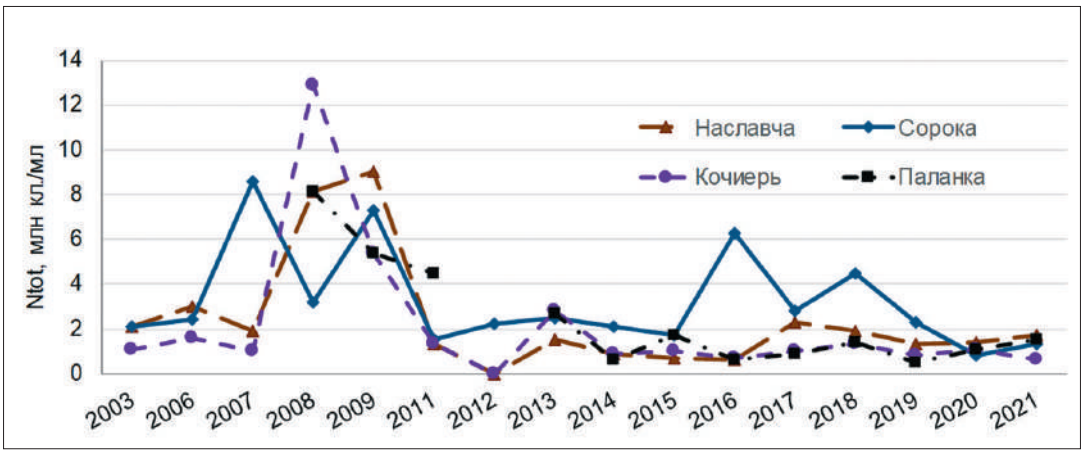



**Рис.2.** Межгодовая динамика общей численности весеннего бактериопланктона в р. Днестр

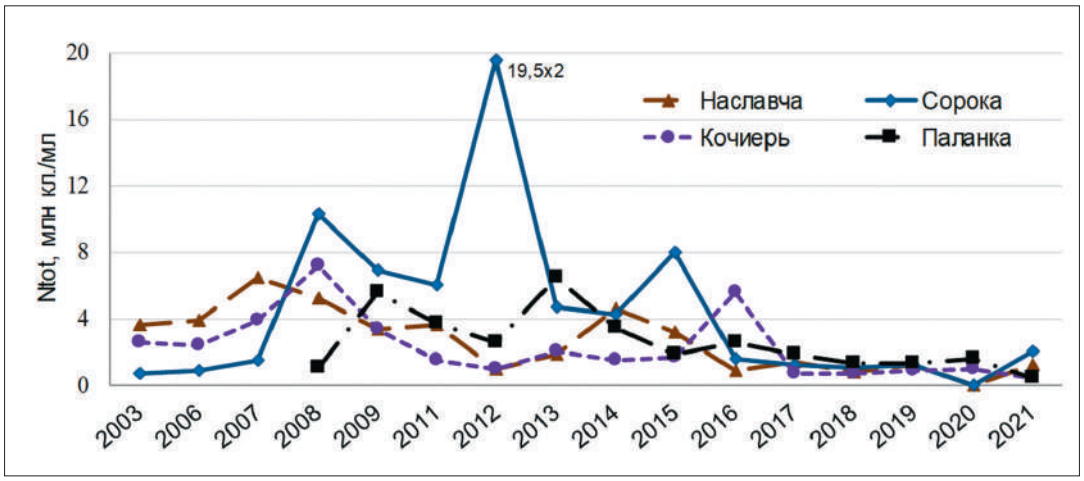



**Рис.3.** Межгодовая динамика общей численности летнего бактериопланктона в р. Днестр

Анализ состояния бактериального планктона за длительный период наблюдения (2003-2021) позволяет выявить периоды различной степени обилия этой группы гидробионтов в биотическом комплексе молдавского участка реки Днестр. Резкое увеличение численности бактериопланктона в тот или иной период времени обусловлен появлением в среде обитания фактора, спровоцировав-

шего данную ситуацию. Как было отмечено выше, основными факторами, регулирующими развитие тех или иных групп гидробионтов в водных экосистемах, является доступность пищевого ресурса и эффективность (скорость) выедания. Таким образом, на основании представленных данных можно выделить периоды активного функционирования бактериопланктона в экосистеме Днестра: для весеннего сезона это был период с 2007 по 2011 год, для летнего – с 2008 по 2013. Начиная с 2014 года, наблюдается четко выраженный тренд снижения общей численности бактериопланктона, который, по нашему мнению, связан с усугубляющейся проблемой обмеления Днестра. Изменение климата и регулирование стока реки, осуществляемое Украиной, в последнее десятилетие провоцируют значительное снижение скорости течения Днестра на территории Молдовы, что увеличивает прозрачность воды за счет оседания взвесей, в том числе ассоциированных с ними бактерий. В таких условиях бактерии планктона пополняют бактериальный бентос, где адаптируются для функционирования в условиях придонного слоя. Учитывая тот факт, что линейная пастбищная пищевая цепь (фитопланктон → зоопланктон → рыбы) не может функционировать в отрыве от микробной пищевой сети [8], основным компонентом которой является гетеротрофный бактериопланктон, следует ожидать снижения продукционного потенциала молдавского участка реки Днестр.

Результаты статистической обработки многолетних данных по каждой анализируемой станции представлены в табл. 1. Самый широкий диапазон варьирования параметра *Ntot* зарегистрирован на станции Сороки: (0,4-38,9)×$10^6$ кл./мл. Для остальных станций этот диапазон более узкий: (0,2-12,9)×$10^6$ кл./мл.

**Табл. 1. Средние показатели общей численности бактериопланктона за период наблюдения 2003-2021 гг.**

| Станция | *Ntot,* $10^6$ кл./мл | Станция | *Ntot*, $10^6$ кл./мл |
|---|---|---|---|
| Наславча | 2,70±0,66 | Кочиерь | 1,96±0,64 |
| Сороки | 3,04±0,60 | Паланка | 2,40±0,69 |

Высокая численность бактериального планктона на станции Сороки связана не с автохтонной, а с аллохтонной микрофлорой, поступающей в реку с городскими сточными водами г. Сороки, очистка которых не осуществляется уже более 10 лет. Микрофлора городских сточных вод не является жизнеспособной в условиях поверхностного водотока. Как подтверждают наши многолетние исследования реки Днестр, уже на следующей станции (Каменка) общая численность бактериопланктона возвращается к низким значениям (Рис. 4).

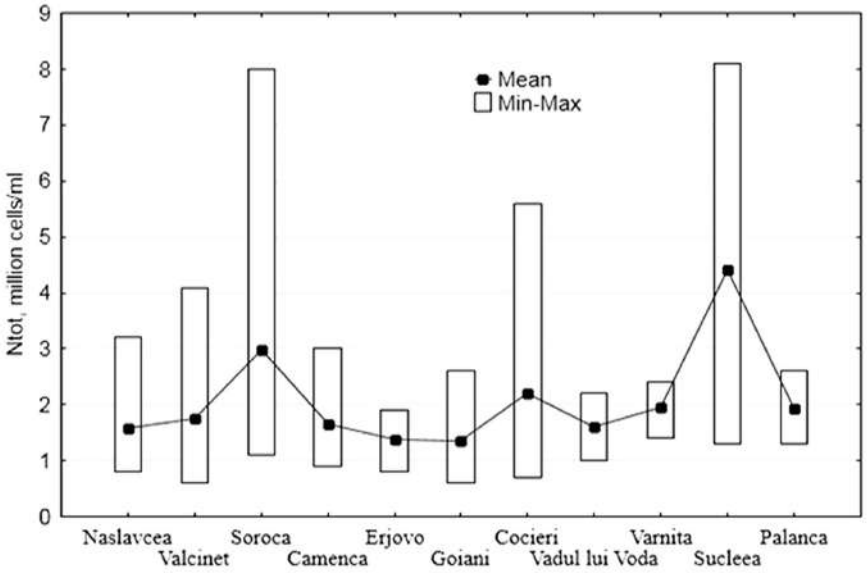
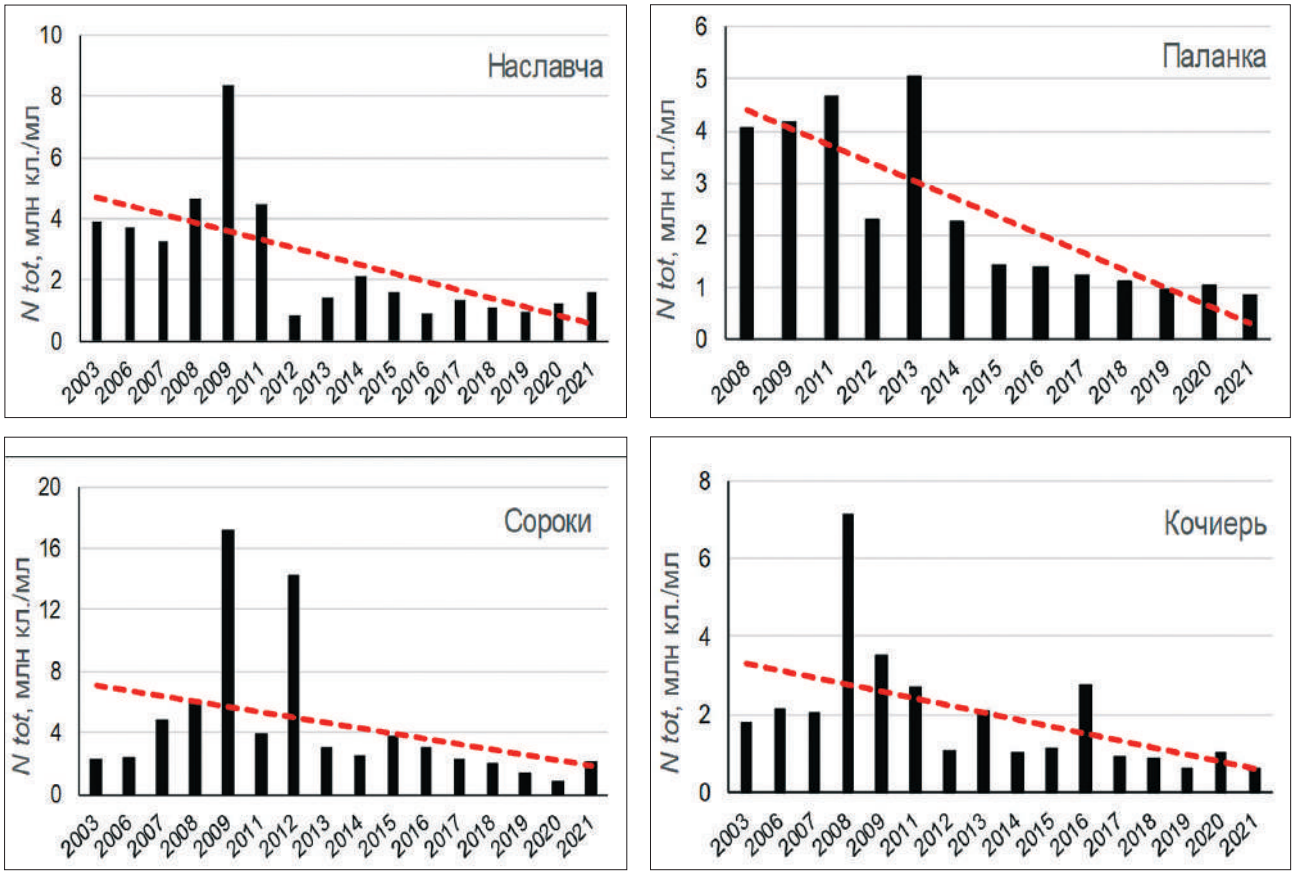



**Рис. 4.** Вариации численности летнего бактериопланктона по продольному профилю реки Днестр в период 2015-2018 гг. [9]

## Выводы

Самым наглядным выводом оценки состояния бактериопланктона по результатам многолетних наблюдений может служить представленный ниже график, который демонстрирует общую для всех станций тенденцию снижения численности этой группы гидробионтов на молдавском участке реки Днестр:




Выявленная тенденция является следствием как климатических изменений, так и регулирования стока реки Днестр со стороны Украины, что провоцирует изменение гидрологических параметров реки на территории Республики Молдова, за которыми следуют изменения физико-химических и гидробиологических параметров. В частности, снижение общей численности бактериального планктона, как первого звена пищевой пирамиды водной экосистемы, ведет к снижению продукционного потенциала реки Днестр.

***Благодарность*:** научный мониторинг молдавского участка реки Днестр проводился в рамках институциональных проектов прикладных исследований Института зоологии АН РМ, в т. ч. проекта 15.817.02.27A «AQUASYS», проекта 20.80009.7007.06 «AQUABIO» (Program de Stat 2020-2023) и международного проекта BSB165 HydroEcoNex (Joint Operational Program Black Sea Basin 2014-2020 of the European Union).

## Referințe

1. Копылов А., Косолапов Д. Бактериопланктон водохранилищ Верхней и Средней Волги. М.: Изд-во СГУ, 2008.
2. Романенко В. Микробиологические процессы продукции и деструкции органического вещества во внутренних водоемах. Л.: Наука, 1985.
3. Гак Д. Бактериопланктон и его роль в биологической продуктивности водохранилищ. М.: Наука, 1975.
4. Regulamentul cu privire la cerințele de calitate pentru apele de suprafață. HG RM nr. 890 din 12.11.2013. În: Monitorul Oficial nr. 262-267, 22 noiembrie 2013.
5. Оксиюк О., Жукинский В., Брагинский И. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // *Гидробиол. журн.*, т. 29, 1993, № 4. С. 62-76.

6. Shubernetsky I., Negru M., Jurminskaia O. Bacterioplancton. In: *Guidance on the monitoring of water quality and assessment of the ecological status of aquatic ecosystems*. Chisinau, 2021, p. 39-48.
7. Hadrochemical and hydrobiological sampling guidance = Ghid de prelevare a probelor hidrochimice și hidrobiologice / Programul Operațional Comun România-Ucraina-Republica Moldova 2007-2013. Chișinău, 2015, p. 11.
8. Копылов А., Косолапов Д. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем. Ижевск, 2011, стр. 10 – 32.
9. Subernetkii I.; Jurminskaia O.; Negru M.; Zubcov E. Evaluarea calității apei fluviului Nistru pe baza parametrilor cantitativi ai bacterioplanctonului // *Биоразнообразие и факторы, влияющие на экосистемы бассейна Днестра /* Мат. научно-практ. конф. Tiraspol: Eco-TIRAS, 2018, p. 230-234.

This project is funded by the European Union

*Фото: Александр Тихонов, Бендеры*

The conference was supported by the “Environmental Platform” project of the International Association of River Keepers Eco-TIRAS in partnership with the NGO “Ecospectrum” (Bendery) and within the framework of the UNDP-Moldova “Confidence Building Measures” program with the financial support of the European Union, and organized in partnership with the Moldova State University.

Конференция поддержана проектом Международной ассоциации хранителей реки Eco-TIRAS «Экологическая платформа» в партнёрстве с Общественной организацией «Ecospectrum» (Бендеры) в рамках программы UNDP-Moldova «Меры по укреплению доверия» при финансовой поддержке Европейского Союза и проведена ими в партнерстве с Государственным университетом Молдовы.

ISBN 978-9975-3201-9-1.

TRANSBOUNDARY DNIESTER RIVER BASIN MANAGEMENT AND EU INTEGRATION * CHIȘINĂU * ECO-TIRAS * 2022
УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСГРАНИЧНЫМ БАССЕЙНОМ ДНЕСТРА И ЕВРОИНТЕГРАЦИЯ * КИШИНЁВ * ECO-TIRAS * 2022