НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ

НОВІЦЬКИЙ
Роман Олександрович

УДК 597.583.1+591.524.1(477)

МАСШТАБИ, СПРЯМОВАНІСТЬ ТА НАСЛІДКИ ІНВАЗІЙ ЧУЖОРІДНИХ ВИДІВ РИБ У ДНІПРОВСЬКІ ВОДОСХОВИЩА

03.00.10 – іхтіологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук

Київ – 2019

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий консультант: доктор біологічних наук, професор, член-кореспондент НАН України **Александров Борис Георгійович**, Інститут морської біології НАН України, директор

Офіційні опоненти:

доктор біологічних наук, старший науковий співробітник **Бузевич Ігор Юрійович**, Інститут рибного господарства НААН України, завідувач відділу вивчення біоресурсів водосховищ

доктор біологічних наук, доцент **Козій Михайло Степанович**, Чорноморський національний університет імені Петра Могили, завідувач кафедри, виконуючий обов'язки професора кафедри медичної біології та хімії, біохімії, мікробіології, фізіології, патофізіології та фармакології Медичного інституту

доктор біологічних наук, професор **Жиденко Алла Олександрівна**, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г.Шевченка, завідувач кафедри біологічних основ фізичного виховання, здоров'я і спорту, професор кафедри біології

Захист відбудеться «14» травня 2019 р. об 11^{00} годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.213.01 Інституту гідробіології НАН України за адресою: 04210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграду, 12.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту гідробіології НАН України за адресою: 04210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграду, 12.

Автореферат розісланий «_____» квітня 2019 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради, доктор біологічних наук Н. І. Кірпенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Наприкінці XX століття інтенсифікація світового сільського господарства і промисловості призвела до глобальних антропогенних перетворень екологічних систем. Одними з провідних чинників трансформацій природних екосистем визнані біологічні інвазії видів. Експансія чужорідних видів риб у басейни найбільших рік Східної Європи набула масового вибухового характеру. Стрімке збільшення кількості чужорідних видів у водних басейнах Європи пов'язують з різними чинниками: глобальною зміною клімату (Walter et al., 2009; Слынько и др., 2010), інтродукцією видів (Grigorovich et al., 2002), будівництвом каналів і водосховищ (Galil et al, 2007, Lueven et al., 2009; Panov et al., 2008), збільшенням інтенсивності судноплавства (Minchin, 2007, Galil et al., 2007, Alexandrov et al., 2007, Semenchenko et al., 2011).

На сучасному етапі проблема чужорідних видів для Європи має виключне екологічне та соціально-економічне значення. Кількість глобальних екологічних катаклізмів, які викликані інвазіями різних видів тварин і рослин, постійно зростає. Відомо, що випадкові вселення чужорідних видів спричиняють рибному промислу та аквакультурі значні економічні збитки (Шадрин, 2000; Pimentel et al., 2005; Alexandrov et al., 2007; Шиганова, 2009).

Фауни біоценозів України піддаються трансформаціям і перебудовам, в тому числі від інвазій. Стрімке зростання кількості чужорідних видів, їх успішна натуралізація у дніпровських водосховищах та придатковій системі рік, потенційна функціональна небезпека багатьох видів для природних і штучних водних екосистем обумовлюють значну вірогідність подальшого просування небажаних інвазійних тварин на захід Європи (Exotic species…, 2001; The Invasion…, 2004; Шиганова, 2009; Бігун, 2012; Semenchenko et al., 2014 та інші).

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дисертаційну роботу виконували протягом 2004–2015 рр. у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара (ДНУ імені Олеся Гончара), у 2015–2017 рр. – у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті (ДДАЕУ) згідно з тематиками держбюджетних науково-дослідних робіт. Матеріали дисертації увійшли до звітів по темам: «Стан біорізноманіття фауністичних угруповань промислових регіонів, шляхи його відновлення та відтворення» (2003–2005, 3–022–03, № 0103U000552), «Біогеоценотичні і популяційні основи охорони, відтворення та раціонального використання тваринних ресурсів промислових регіонів Придніпров'я» (2006–2008, 3–120–06, № 0106U00793), (2009–2011, 3-189-09, № 0109U000138), «Середовищетвірна роль тварин у природних і трансформованих екосистемах в умовах напруженого техногенного тиску на довкілля» (2012–2014, 1–260–12, № 0112U000190), «Стан та функціональна роль зооценозу у природних та антропогенно трансформованих біогеоценозах степової зони України» (2014–2016, № 0113U000013), «Визначення статусу та розробка стратегії охорони глобально рідкісних видів тварин водних та навколоводних екосистем в Україні» (2014–2016, 1-291-15, № 0115U002382), «Еколого-економічне забезпечення сталого використання водних біоресурсів Придніпров'я» (2017 – дотепер, № 0117U004292).

Мета дисертаційної роботи – з'ясування наслідків інвазій чужорідних видів риб для іхтіоценозів дніпровських водосховищ, їх структури та функціонування, визначення масштабів і спрямованості сучасного інвазійного процесу у водосховищних екосистемах України.

Для досягнення мети в роботі поставлені та розв'язані наступні *задачі:*

– оцінити сучасний стан структури іхтіоценозів дніпровських водосховищ, встановити особливості та характер їх змін у ретроспективі;

– проаналізувати роль природних та антропогенних чинників, що викликають трансформацію іхтіоценів;

– провести інвентаризацію чужорідних видів риб, з'ясувати їх видовий склад, чисельність та шляхи поширення в екосистемах дніпровських водосховищ;

– з'ясувати хронологію і спрямованість розселення чужорідних видів у дніпровських водосховищах;

– проаналізувати взаємовідносини аборигенних видів риб з видами-інвайдерами;

– провести порівняльну оцінку адаптивних можливостей чужорідних видів риб у водоймах-реціпієнтах, дослідити ступінь інвазійності цих видів у залежності від їх еколого-фізіологічних та популяційних характеристик;

– розробити систему моніторингу інвазійного процесу у гідроекосистемах для інформаційного забезпечення підготовки й прийняття управлінських рішень.

Об'єктом дослідження є закономірності трансформації іхтіоценозів дніпровських водосховищ в умовах інтродукцій та інвазій чужорідних видів риб, інтенсивної антропо-техногенної перебудови гідробіоти, надмірного промислового навантаження, а також внаслідок впливу інших абіотичних та біотичних чинників.

Предметом дослідження є іхтіоценози дніпровських водосховищ та сукупність різноманітних екологічних чинників, які впливають на видове багатство, чисельність, стан популяцій іхтіофауни.

Методи дослідження. Під час проведення досліджень використовували польові зооекологічні, іхтіологічні, камеральні та статистичні методи за допомогою спеціалізованих комп'ютерних програм Statistica 6.0 та Microsoft Excel 2010. Збирання зразків проводили за стандартними методиками. Під час виконання досліджень дотримані всі норми біоетики.

Наукова новизна отриманих результатів. *Уперше* для каскаду дніпровських водосховищ:

– проведена інвентаризація чужорідних видів риб, з'ясована структура іхтіоценозів з урахуванням інвазій чужорідних видів риб;

– оцінені інвазійні процеси в екосистемах дніпровських водосховищ та їх притоках, визначені їх масштаби і спрямованість;

– визначені райони та водойми-донори, час виявлення та натуралізації чужорідних видів, вектори їх занесення, хронологія і спрямованість розселення видів, шляхи і швидкість поширення інвазійних видів в екосистемах водосховищ;

– проаналізовані взаємовідносини аборигенних видів риб з видами-інвайдерами. Доведено, що для чужорідних видів властивий агресивний характер освоювання нових стацій і значна трофічна та біотопічна конкуренція з аборигенними видами;

– проведена порівняльна оцінка адаптивних можливостей чужорідних видів риб у водоймах-реціпієнтах. Виявлені чинники, які сприяють натуралізації видів у екосистемах водосховищ;

– знайдено, що у дуже трансформованих та деструктивних екосистемах значення зоофагів зростає, що пояснюється утворенням значної біомаси зообентосу (особливо олігохет, розвиток яких у забруднених ділянках зберігається);

– розроблена система моніторингу інвазійного процесу у гідросистемах для інформаційного забезпечення підготовки й прийняття управлінських рішень;

– для оцінки можливих впливів на аборигенну фауну водосховищ України визначені найбільш небезпечні види-інвайдери і сформований «Чорний» список чужорідних видів.

Отримали подальший розвиток:

– уявлення про інвазії видів у прісноводних екосистемах;

– теоретичні уявлення про закономірності фауногенезу у водосховищах України, роль провідних природних та антропогенних чинників, що викликають трансформацію іхтіоценів;

– уявлення про зв'язок організму з біосистемами популяційного, видового та надвидового рівнів;

– концепція стійкості гідроекосистем.

Практичне значення одержаних результатів. Дисертаційна робота є теоретичною основою для прогнозу вірогідності інвазій нових видів, розробки практичних заходів з попередження занесень чужорідних видів і моніторингу вже занесених функціонально і економічно небезпечних вселенців, ефективного використання видів-інтродуцентів.

Результати досліджень використовували для розробки природоохоронних заходів щодо відновлення та збереження біологічного багатства прісноводних водойм України за інтенсивного антропогенного впливу з подальшим впровадженням у практику. Опубліковані матеріали використані дослідниками України та зарубіжжя (Дгебуадзе, 2012; Евланов, Кириленко, Минеев, 2013; Заіченко, 2014; Шакирова, Северов, Латыпова, 2015; Посохова, Рабазанов, 2018 та ін.) для оцінки продуктивності водойм і оптимізації режимів промислу в них (виділення рибопромислових ділянок на Дніпровському та Кам'янському водосховищах для промислового, любительського і спортивного рибальства), для створення регіональних кадастрів тваринного світу, написання фауністичних зведень, впровадження біомеліоративних заходів. Розроблені і впроваджені рекомендації з проведення біомеліоративних робіт на водних об'єктах та водогосподарських системах Держводагентства України (2016).

Наукові результати дисертаційної роботи використовували в навчальному процесі під час викладання дисциплін зі спеціальностей 7.04010207 «Зоологія» та 6.070801 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» у ДНУ імені Олеся Гончара (спеціальні курси

«Іхтіологія», «Екологія», «Популяційна екологія тварин», «Соціальна екологія», «Управління популяціями тварин», «Фенетика», «Зоогеографія», «Охорона поверхневих вод», «Оцінка та збереження біорізноманіття», «Історія розвитку тваринного світу»), а також – у навчальному процесі під час викладання дисциплін з напряму підготовки 6.090201 та спеціальності 207 «Водні біоресурси та аквакультура» у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті («Іхтіологія (загальна та спеціальна)», «Гідроекологія», «Рибальство», «Аматорське та спортивне рибальство», «Сучасне світове рибальство», «Основи марикультури», «Зоологія хордових»).

На кафедрі зоології та екології ДНУ імені Олеся Гончара створена іхтіологічна колекція, значна частина якої передана до фондів Національного природознавчого музею НАН України (м. Київ) для подальшого використання іншими дослідниками.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним науковим дослідженням здобувача, яке виконувалось автором протягом 13 років (2004–2017 рр.). Дисертантом особисто виконані всі розділи роботи, обґрунтовано методологію проведення досліджень, розроблено робочі гіпотези, проведені камеральні та польові дослідження, виконано статистичні обрахунки зібраних матеріалів, узагальнені результати у наукових друкованих працях, звітах, монографіях. Обробка даних, узагальнення та інтерпретація отриманих результатів проведені самостійно здобувачем або при його безпосередній участі. Низку публікацій підготовлено у міжнародному співробітництві з науковими колективами Білорусі, Литви, Фінляндії, США. У цих публікаціях дисертант брав участь у постановці завдань, зборах матеріалу та його обробці, а також інтерпретації результатів. Права співавторів колективних публікацій не порушені.

Наукові результати дослідження, які виносяться на захист, отримані автором особисто. Автор брав участь у практичному впровадженні розробок дисертаційної роботи.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційного дослідження обговорювали на спільних засіданнях кафедри зоології та екології та НДІ біології ДНУ імені Олеся Гончара, кафедри водних біоресурсів та аквакультури Дніпровського державного аграрно-економічного університету, на національних та міжнародних нарадах щодо проблематики адвентивних видів рослин та чужорідних тварин (Київ, 2007; Охтирка, 2014), на засіданнях програми вивчення глобального розселення чужорідних видів (GISP), у наукових нарадах в рамках міжнародного проекту Євросоюзу ALARM (Odessa, 2007, 2008), EPBRS Meeting (Brdo, Slovenija, 2008) та NATO advanced Research Workshop (ARW) (Dnipropetrovsk, 2011).

Матеріали оприлюднено на міжнародних та всеукраїнських конференціях, семінарах, нарадах: «Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных экосистемах» (Дніпропетровськ, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017), «Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация» (Одеса, 2005, 2007), «Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2)» (2005), «Сучасні проблеми геоекології та раціонального природокористування лівобережної України» (Суми, 2006), «Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології» (Канів,

2008; Севастополь, 2009; Одеса, 2011; Чернівці, 2012, Тернополь, 2013; Мелітополь-Бердянськ, 2014; Херсон, 2015; Одеса, 2016; Київ-Канів, 2017), «Invasion of alien species in Holarctic. Borok-3» (Borok, 2010), «Pontus Euxinus–2011» (Севастополь, 2011), «Теоретические и прикладные проблемы современной науки и образования» (Курск, 2011, 2012, 2013), «Environmental and food security and safety in Southeast Europe and Ukraine» (Dnipropetrovsk, 2011), «Теоретичні та практичні аспекти оології в сучасній зоології» (Київ-Канів, 2011), «Сучасні проблеми біології, екології та хімії» (Запоріжжя, 2012), «Шевченківська весна–2012: біологічні науки» (Київ, 2012), «Современные проблемы зоологии позвоночных и паразитологии» (Воронеж, 2012), «Бассейн Волги в XXI веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ» (Ижевск, 2012), «Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод» (Борок, 2012), «Актуальные проблемы экологии и природопользования» (Москва, 2013), «Invasion of alien species in Holarctic» (Borok, 2013), «Экология речных бассейнов» (Владимир, 2013), «Сучасні проблеми збереження біорізноманіття та природокористування» (Одеса, 2013), «Актуальні проблеми сучасної біохімії та клітинної біології» (Дніпропетровськ, 2013), «Актуальные проблемы общества, науки и образования: современное состояние и перспективы развития» (Курск, 2014), «Національні природні парки – минуле, сьогодення, майбутнє» (Світязь, 2014), «Проблеми функціонування та підвищення біопродуктивності водних екосистем» (Дніпропетровськ, 2014), «Водний форум: інтегроване управління водними ресурсами» (Київ, 2014), «Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень» (Путила, 2015; 2017), «Проблеми природокористування, сталого розвитку та техногенної безпеки регіонів» (Дніпро, 2015), «Природне агровиробництво в Україні: проблеми становлення, перспективи розвитку» (Дніпро, 2015), «Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід для України» (Житомир, 2015), «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства» (Дніпро, 2016), «Фауна України на межі XX–XXI ст. Нові концепції зоологічних досліджень» (Харків, 2017), «Іхтіологія та морфологія – наукова та практична основа рибництва» (Біла Церква, 2017), на щорічних підсумкових наукових конференціях ДНУ імені Олеся Гончара (2004–2015) та ДДАЕУ (2015–2017).

Публікації. Результати дисертаційного дослідження опубліковано у 89 наукових працях, у тому числі – двох колективних монографіях, 26 статтях у наукових фахових виданнях, серед яких 17 – у міжнародних виданнях, що входять до наукометричних баз. Результати роботи захищені 2 патентами України.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з вступу, списку термінів і понять, 9 розділів, обговорення, висновків та рекомендацій, списку використаної літератури (416 найменувань, з них 149 – латиницею). Загальний обсяг дисертаційної роботи 367 сторінок, у тому числі основного тексту – 285 сторінок. Робота ілюстрована 35 рисунками і 33 таблицями. Додатки викладено на 39 сторінках і включають 15 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ЗООГЕОГРАФІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ ТА ВОДНІ РЕСУРСИ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

У розділі наведений еколого-географічний аналіз водойм регіону досліджень (каскад дніпровських водосховищ, озера, водотоки, штучні водойми – ставки, канали тощо). Аналізуються особливості природних і штучних водойм регіону, водозабезпеченість, антропогенний вплив на водні ресурси.

МАТЕРІАЛ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Іхтіологічні і рибогосподарські дослідження на водоймах басейну Дніпра (дніпровських водосховищах, ріках-притоках, каналах, ставках) здійснювали протягом 2004–2017 рр. Іхтіологічні матеріали, відібрані на Кам'янському (Дніпродзержинському), Дніпровському, Каховському водосховищах, каналі «Дніпро-Донбас», отримували за відповідними дозволами на спеціальне використання водних біоресурсів з правом вилучення біологічного матеріалу.

Під час польових досліджень використовували єдину методику відбору матеріалу і ідентичні знаряддя лову. Матеріал відбирали у весняно-осінній період року, проводили контрольні іхтіологічні облови ставними сітками (розмір вічка а=32–120 мм), неводами (а=36–75 мм). Відбір малькових проб здійснювали у липні-серпні в прибережній зоні дрібновічковим неводом (довжиною 15,0 м, з вічком 0,7 см в «крилах» і 0,3 см в кулі), а також мальковою тканкою-«волокушою» з мельничного газу № 7 (довжина 10 м, висота 1 м). Аналізували також улови рибалок-аматорів, підводних мисливців; іхтіологічний матеріал отримували також із браконьєрських знарядь лову (верші, ятері, ставні сітки). Здійснено аналіз 4771 улова, досліджено понад 5200 статевозрілих та молодих особин риб 19 інвазійних видів (табл. 1).

Депозитарієм зборів є фонди відділу біомоніторингу та охорони природи НДІ біології ДНУ імені Олеся Гончара, кафедри водних біоресурсів та аквакультури ДДАЕУ. Окремі екземпляри та колекторські матеріали автор надав фонду ННПМ НАН України (Київ, Інститут зоології імені І. І. Шмальгаузена).

Обробку зібраного матеріалу проводили згідно стандартних методів іхтіологічних досліджень (Правдин, 1966; Пахоруков, 1980; Кузнецов, 1985; Методика збору, 1998; Методи гідробіологічних…, 2006; Пряхин, Шкицкий, 2008*)*. Вивчали видовий склад іхтіофауни, вік риб, індивідуальні характеристики кожної особини.

Морфологічні виміри здійснювали на свіжому матеріалі (Правдин, 1966; Методи гідроекологічних…, 2006). Визначали масу тіла риб, вгодованість, вимірювали довжину тіла до кінця лускового покриву.

Для вивчення особливостей живлення інвазійних видів риб проаналізовано понад 320 кишково-шлункових трактів дорослих особин риб. Вміст кишківників під час камеральної обробки групували за окремими харчовими об'єктами, компоненти живлення визначали до виду, вимірювали і зважували на аналітичних вагах (Методическое пособие…, 1974; Пряхин, Шкицкий, 2008).

Таблиця 1.

Загальна кількість проаналізованих уловів в рамках дослідження

Знаряддя лову	Дніпровські водосховища:					Канал «Дніпро-Донбас»	Разом
	Каховське	Дніпровське	Кам'янське	Кременчуцьке	Канівське		
Зяброві сітки (32–120 мм)	44	388	112	32	12	46	634
Мальковий волок (7 мм)	22	576	142	16	38	24	818
Закидний невід (36–75 мм)	–	12	–	–	–	–	12
Любительські знаряддя*	462	1085	589	102	86	356	2680
Браконьєрські знаряддя**	102	214	186	43	14	68	627
Всього	630	2275	1029	193	150	494	4771

Примітка. *Поплавочні, донні вудки, спінінг, зимова вудка; **Верші, ятері, зяброві сітки, сіткопідйомники.

Експериментальні спостереження за поведінкою чебачка амурського *Pseudorasbora parva*, сонячного окуня *Lepomis gibbosus* проводили в акваріумах місткістю 100–170 л протягом 90 діб. Під час спостережень відзначали етологічні реакції риб, характер живлення, орієнтацію в акваріумі, міжвидові та внутрішньовидові взаємовідносини риб.

Крім цього, у роботі узагальнені багаторічні власні і опубліковані матеріали щодо часу і районів знайдення чужорідних видів, їх адаптації та натуралізації, шляхів і векторів занесення, впливу інвайдерів на екосистеми дніпровських водосховищ. Аналізували особливості біології та екології, функціональної ролі чужорідних видів риб у межах ареалу.

Систематика та номенклатура видових назв риб представлена у відповідності з їх валідністю за сучасними іхтіологічними дослідженнями (Nelson, 1994; Eschmeyer, 1998; Bogutskaya, Naseka, 2002; Мовчан, 2005; Манило, 2014; http://www.fishbase.us/Nomenclature/SynonymsList).

Для оцінки можливих впливів на аборигенну фауну водосховищ України сформований «Чорний список» видів за Протоколом оцінки інвазійних видів (Randall et al., 2008) та алгоритмом В. Є. Панова зі співавторами (Panov et al., 2009).

Для визначення характеристики конкурентних взаємовідносин між аборигенними та чужорідними рибами дніпровських водосховищ використані коефіцієнти перекривання екологічних ніш (Pianka, 1973).

Обробку і аналіз результатів здійснювали з використанням статистичних методів (Плохинский, 1970, 1978; Митрофанов, 1977; Песенко, 1982; Лапач,

2002; Zar, 2010) і пакетів прикладних програм Microsoft Excel for Windows та STATISTICA 6.0.

Дослідження проводили з дотриманням норм біоетики відповідно до положення «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, яких використовують для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986). Під час проведення польових та лабораторних досліджень вимоги «Конвенції про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі» (Бернська конвенція), Закону України «Про охорону навколишнього середовища» (1991), Закону України «Про тваринний світ» (1993), не порушували.

ІНВАЗІЇ ЧУЖОРІДНИХ ВИДІВ У ПОНТО-КАСПІЙСЬКОМУ БАСЕЙНІ

Вплив трансгресій Чорного й Каспійського морів у постльодовиковий період на формування фауни. Сучасний гідрографічний вигляд Волги, Дону, Дніпра, Дунаю, Дністра виник понад 10 тисяч років тому по завершенню останнього великого Валдайського заледеніння Російської рівнини. У цей же період сформувався сучасний склад іхтіофаун розглянутих рік. Основу іхтіофаун Волги, Дону й Дніпра склали види понто-каспійського та бореально-рівнинного іхтіофауністичних комплексів з деякими збереженими видами стародавнього верхньотретичного комплексу та з незначними включеннями представників арктичного прісноводного та бореально-передгірного комплексів. У таксономічному відношенні домінуючою групою стали коропові. Із часу завершення останніх великих Хвалинської та Новокаспійської трансгресій, видовий склад іхтіофаун рік Понто-Каспійського стоку в цілому завершив своє формування й у такому виді зберігся практично незмінним аж до середини XX століття (Яковлев, 1956).

Особливістю басейну Дніпра є багатство різних реліктових видів, переважно морського походження, історично розміщених у пониззях басейну. Багато з них на сучасному етапі стрімко поширили своє розповсюдження у басейні Дніпра, проникли в інші ріки і моря.

До початку глобальних втручань людини у природний гідрологічний режим Дніпра поширення у басейні великої кількості реліктових видів обмежувала зона порогів, яка пізніше була затоплена під час створення каскаду водосховищ. Більшість цих реліктів належить до солоноватоводної та евригалінної ендемічної фауни. Частина таких тварин і до затоплення порогів мешкала у середній частині Дніпра, але із видів, які сформувалися в морських водоймах-попередниках Понто-Каспійського басейну, широке розповсюдження у річках і їх притоках отримали тільки річкові раки (Лебедев, 1960; Линдберг, 1972; Никольский, 1980).

Роль гідрографічної мережі басейну Дніпра у розселенні понто-каспійської фауни. Перетворення р. Дніпро на каскад водосховищ є причиною значної зміни гідрологічного режиму ріки внаслідок трансформації морфології басейну, природної сезонності повені, змін об’ємів прісного стоку у Чорне море тощо. Істотну роль відіграло створення на Волзі, Дніпрі та Доні й у їхніх басейнах ТЕС, скидні теплі води яких створюють у відповідних ділянках водоймищ зони підвищених температур.

Одночасно з побудовою гребель ГЕС було створено Єдину воднотранспортну глибоководну систему Європейської частини СРСР. Волга перетворилася у найбільшу транзитну водну магістраль, яка сполучила басейни Чорного, Каспійського, Білого і Балтійського морів.

На Дніпрі вододільний канал поєднав найбільшу притоку Верхнього Дніпра р. Прип'ять з р. Західний Буг (притока р. Вісла), а в нижній течії Дніпра судноплавним каналом був забезпечений зв'язок з Азовським морем. Після закінчення періоду понто-каспійських трансгресій на нижніх ділянках рік чітко визначились крупні річкові пороги – Жигульовські на Волзі, Запорізькі на Дніпрі та пороги Цимлянської злучини на Дону, які почали відігравати певну роль в обмеженні розселення естуарних видів вгору за течією. Створення водосховищ ліквідувало ці, раніше непереборні для більшості видів, перешкоди (Мордухай-Болтовской, 1960, 1978; Козлов, 1993).

Ріка Дніпро і каскад його водосховищ є важливою частиною центрального Європейського інвазійного коридору проникнення понто-каспійських видів у центральну і західну Європу (Bij de Vaate et al. 2002; Galil et al. 2007, Panov et al., 2009), завдяки системі каналів, які поєднують Дніпро з балтійським басейном (Olenin, 2002, Karataev et al, 2007; Semenchenko et al., 2013). Важливим чинником у розповсюдженні видів також стало інтенсивне судноплавство (Alexandrov et al., 2007, Semenchenko et al., 2009).

У 1960-х рр. у басейні Дніпра була проведена масштабна інтродукція різних видів макрозообентосу, переважно понто-каспійського походження, з пониззя ріки у водосховища для збільшення кормової бази риб.

Всі ці чинники сприяли швидкому розповсюдженню понто-каспійської і іншої фауни як в самому басейні, так і її проникненню в інші басейни. Крім створених водосховищ такими ж штучними біотопами стали численні системи зрошення і перекидання стоку прісних вод. Ці штучні екосистеми були заселені понто-каспійськими видами, які прийшли з новоутворених водосховищних екосистем.

Походження видів і масштаби інвазій. В XX–XXI століттях інвазії тварин стали звичайним явищем, але впродовж останніх трьох десятиліть швидкість розповсюдження багатьох тварин та їх натуралізація в нових умовах існування набули повсюдного катастрофічного характеру.

Аналіз літературних і власних даних з оцінки видового багатства Дніпра, Волги, Дону показав, що наразі кількість видів зросла у всіх ріках у середньому в 1,5 рази. Протягом останніх 20 років кадастрові й моніторингові обстеження водойм і водотоків басейнів Дніпра, Волги й Дону (Новіцький, Слинько, 2010; Slynko et al., 2011) дали змогу встановити, що зараз у басейнах розглянутих рік налічується 60 видів риб, які можуть розглядатися як інвазійні. З них більше половини вже набули статусу натуралізованих. Найбільша кількість видів з'являється та розселяється по басейнах Волги (43 види) та Дніпра (36), в басейні Дону трохи менше – 23 види, що цілком корелює з площею басейнів рік та їх об'ємом стоку.

На сьогодні із всіх знайдених по басейнам чужорідних видів в Дону натуралізувались 70%, у Дніпрі та Волзі – по 62% видів. Але в абсолютному кількісному відношенні найбільша кількість видів натуралізувалась у Волзі – 27

видів, 24 – в Дніпрі і 16 – в Дону (рис. 1). Разом з тим по відповідності векторів інвазій видів, що натуралізувалися, басейни цих рік істотно відрізняються. У Волзі серед видів, що успішно натуралізувалися, домінують аутовселенці і деякі реліктові види. У Дону і Дніпрі більшість «успішних» видів-вселенців припадає на частку навмисно інтродукованих риб.

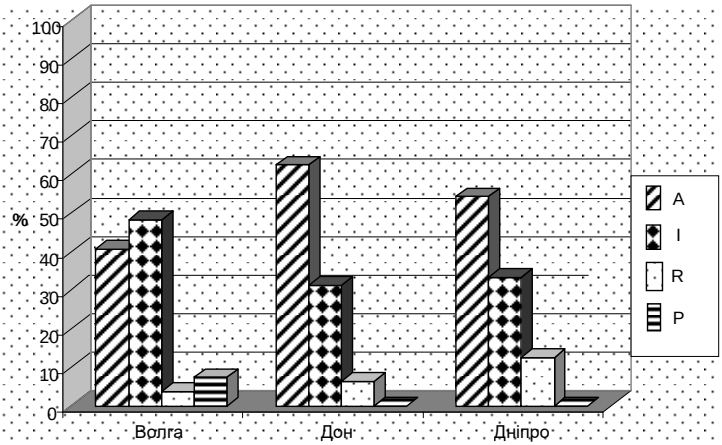


Рис. 1. Співвідношення видів-вселенців у басейнах Волги, Дона та Дніпра: A – види, які спрямовано або випадково інтродуковані людиною; I – види-аутоакліматизанти; R – види, що раніше жили у басейні, та реінтродуковані види; P – реліктові види-саморозселенці.

Більшість видів-вселенців у басейнах трьох рік походять із двох джерел – Далекого Сходу (кета *Oncorhynchus keta*, білий товстолобик *Hypophthalmichthys molitrix,* строкатий товстолобик *Aristichthys nobilis*, білий амур *Ctenopharyngodon idella*, амурський чебачок *Pseudorasbora parva;* ротань-головешка *Perccotus glenni*, змієголов *Channa argus*, піленгас *Liza haematocheilus*, медака *Oryzias latipes*) та Північної Америки (представники родин *Catostomidae* (Чукучанові), *Poeciliidae* (Гамбузієві), *Ictaluridae* (Іктalурові), *Moronidae* (Моронові) та *Centrarchidae* (Центрархові).

ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ІНВАЗІЙНИХ РИБ У ВОДОСХОВИЩАХ НИЖНЬОГО ТА СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА

Іхтіологічні та рибогосподарські дослідження. У 1930-і роки роботи по акліматизації сигових риб на Ленінському водосховищі не призвели до їх подальшої натуралізації, що пояснюється нестабільністю екологічних умов водосховища, недостатньою розробкою біотехніки інтродукційних робіт, невідповідністю температурних умов і природних можливостей для нересту сигових риб (Овчинник, 1933; Мельников, 1952; Носаль, 1954 та ін.).

Інтродукція безхребетних і риб. На початку 1950-х рр. у водойми України вселяють амурських рослиноїдних риб (*H. molitrix, A. nobilis, C. idella).*

У 1959–1963 рр. у Ленінському водосховищі здійснюються успішні роботи з вселення рибця *Vimba vimba*, якого потім акліматизують у Дніпродзержинському водосховищі. Успішними стають акліматизаційні роботи з вселення напівпрохідного виду – тарані *Rutilus rutilus rutilus* у Каховське водосховище (1956–1958 рр.), у Ленінське і Дніпродзержинське водосховище (1959–1961 рр., 1964 р.) (Вовк, 1954, 1956; Веригин, 1958; Мельников, Булахов, 1960, 1962, 1963; Булахов, 1961; Пробатов, 1965; Булахов, 1966).

Всього з початку XX століття до кінця 1960-х років у водоймища дніпровського басейну було вселено 27 видів риб та 3 гібрида (загалом 9 родин). Інтродукція відбулась більше ніж на 40 водоймах басейну Дніпра. На 19 водоймищах натуралізованими стали 14 вселених видів риб, у тому числі тарань – у Каховському, Ленінському та Дніпродзержинському водосховищах, рибець – у Ленінському водосховищі (Біологічне різноманіття…, 2008).

На початку 1970-х років у Запорізьке водосховище зі ставкових господарств почав спонтанно проникати карась сріблястий *Carassius auratus* Bloch, якого доставляли із Далекого Сходу в Україну разом із молоддю рослиноїдних риб (Вовк, 1954, 1956). В 1972 році вперше як компонент іхтіокомплексу Дніпровського водосховища відзначається аутакліматизант берш (судак волзький) *Sander volgensis* Gmelin, який спочатку натуралізувався у Каховському, а потім – у Дніпродзержинському водосховищах (Булахов, Василенко, Тарасенко, 1977; Новіцький, 2004).

Сучасні дослідження інвазій. На початку 1990-х рр. у Нижньому та Середньому Дніпрі розпочинається потужний процес саморозселення понто-каспійських видів риб, таких як атерина чорноморська *Atherina boyeri pontica*, бичок мартовик *Mesogobius batrachocephalus*. У водосховищах Дніпра з'являється випадковий інтродуцент – чебачок амурський *Pseudorasbora parva* (Христов, Кочет, Бондарев, 1997; Новицкий, Христов, 1997; Новицкий и др., 2002; Новицкий, 2003 та ін.).

На тлі природного розповсюдження видів відзначаються факти навмисної інтродукції чужорідних видів, таких, наприклад, як *L. gibbosus* (Новіцький, 2012). З початку 2000-х рр. на Каховському водосховищі в уловах рибалок-аматорів щорічно реєструється екзотичний інтродукований вид – тиляпія *Oreochromis mossambicus*, який мешкає не тільки поблизу підігрітих вод ТЕС, але й на середній ділянці водосховища (Спесивый, 2003; Тороп, 2009 та ін.)

У 2005 р. іхтіофауна Дніпровського водосховища поповнюється бичком Браунера *Benthophiloides brauneri*, а в 2006 р. ще одним бичком – кніповічією кавказькою *Knipowitschia caucasica* (Паньков, 2007). У 2012 р. у Дніпродзержинському водосховищі та каналі «Дніпро-Донбас» упійманий бичок ратан *Ponticola ratan* (Perciformes) (Manilo, Didenko, 2013), який став новим представником іхтіофауни для дніпровських водосховищ.

Таким чином, наразі у водосховищах Дніпра триває активний процес фауногенезу. Основною причиною зміни видового різноманіття іхтіофаун водосховищ слід вважати самостійне розповсюдження видів-вселенців, у тому числі й чужорідних, інвазія екзотичних видів з баластними водами суден, які курсують з Чорного моря у Дніпро, та у результаті навмисного вселення екзотів у природні водойми.

СУЧАСНИЙ СТАН ІХТІОФАУНИ ДНІПРА І МІСЦЕ У НІЙ ІНВАЗІЙНИХ ВИДІВ

У XX столітті шляхом масштабної перебудови природних ландшафтів створені так звані техноекосистеми (Протасов и др., 2011; Протасов, 2017). Внаслідок інтенсивного гідробудівництва такими системами стали численні водосховища, які виникли внаслідок зарегулювання стоку великих рік.

Таксономічне різноманіття риб. Загальне різноманіття систематичних груп круглоротих і риб дніпровських водосховищ і їх придаткових водойм представлене одним рядом круглоротих та 13 рядами Кісткових риб, які включають разом 20 родин, 57 родів та 75 видів.

З урахуванням змін у процесі формування іхтіофауни, першість за видовим і родовим різноманіттям протягом усього часу і нині тримає ряд Коропоподібні (відповідно 13,1–48,0% до всього складу риб та 50,0 і 51,9% від усієї кількості родів). У різні періоди ряд налічував 36 видів, з яких 33 види включала родина коропових, один вид – Баліторові і 2 види – В'юнові. Складається цей ряд в основному з аборигенів (25 видів, 80% видового складу).

На другому місці за видовим та родовим різноманіттям перебуває ряд Окунеподібних (21,3% видового різноманіття за весь час досліджень в регіоні і 23,4% – у теперішній час та відповідно 19,6 і 21,2% родового різноманіття).

Протягом всього часу у водоймах Придніпров'я формування фауни риб відбувалося за рахунок аборигенів (62,7%) та адвентивних видів (37,3%), в тому числі за рахунок інтродуцентів – 14,6% і видів-самовселенців – 22,7%.

Екологічні комплекси та географічні типи фауни круглоротих та риб. У межах водойм Придніпров'я іхтіофауна за своїми центрами походження розподіляється на шість географічних типів: *широко розповсюджений* (по всій провінції), *понто-каспійський, середземноморський, арктичний, амурський (далекосхідний)* та *американський*. Домінуюче положення займають понто-каспійський та широко розповсюджений тип іхтіофауни (відповідно 32,0 та 30,7%), субдомінантне – середземноморський (25,3%). Решта географічних типів займають другорядне положення (в межах 2,7–5,3%). Саме домінантні і субдомінантні типи утворені здебільшого з автохтонної іхтіофауни.

Своєрідність водних екосистем, представлених різними типами водойм – від малих річок і магістральних водних каналів до великих водосховищ, обумовили значне різноманіття екологічних комплексів риб. Внаслідок зарегулювання Дніпра і деяких малих річок домінуюче положення займають лімнофіли (68,1%). Реофіли і генеративно-реофільні види разом складають 27,7%. Морські та солонуватоводні риби мають 4,2%.

Зміни структури іхтіофауни під впливом антропогенних чинників. Антропогенні чинники найбільше впливають на функціональну і промислову структуру іхтіофауни у малих річках. Це обумовлено незначними розмірами водної екосистеми, в якій відбувається уповільнений процес розчинення забруднених стічних вод від різних промислових підприємств, змивів отрутохімікатів та хімічних добрив з сільськогосподарських угідь. Крім того, відбувається безконтрольний і несанкціонований забір води з малих річок для

поливу, розорювання берегової зони, спорудження гаток, гребель та безконтрольний вилов риби рибалками.

За ступенем трансформації ми виділяємо такі екосистеми: *середньотрансформовані*, де спостерігається частково порушений режим функціонування, але ще збереглися деякі ознаки вихідної системи; *дуже трансформовані*, де річкова система зарегульована, втратила властивості вихідних місцеперебувань біоти з порушенням біоценотичних і популяційних зв'язків, та *деструктивні*, де водні та навколоводні наземні екосистеми порушені прямим впливом цілого ряду чинників, особливо техногенних (забруднення, зміна русел при утворенні кар'єрів тощо) і повернення до вихідного стану у яких неможливе без застосування спеціальних робіт.

В умовах, що утворилися на водних екосистемах Придніпров'я, відносно нормальні структурно-функціональні показники зберігаються лише в середньотрансформованих екосистемах. Основу тут складають зоофаги (69,4%) при помітній ролі хижаків (15,4%) і фітофагів (11,7%). В дуже трансформованих екосистемах значення зоофагів зростає на 1,2%, у деструктивних – в 1,3 раза. Значення фітофагів і поліфагів знижується. Зростання кількості зоофагів пояснюється утворенням значної біомаси зообентосу – особливо олігохет, розвиток яких у забруднених ділянках зберігається.

Реофільні угруповання в середньотрансформованих системах зберігаються на дуже низькому рівні – усього 6,7%, тоді як в малих річках з мало трансформованою екосистемою – у межах 30,0–40,0%. В дуже трансформованих і деструктивних екосистемах реофіли повністю випадають, залишаються лише лімнофільні угруповання.

Таким чином, антропогенна трансформація малих річок призводить до порушення структури і цілісності іхтіоценозів. Угруповання риб збіднюються, трофофункціональна структура порушується, зростає монодомінантність зоофагів та абсолютна монодомінантність лімнофілів. Зростає питома вага, а у подальшому і повністю домінують малоцінні та непромислові види. Очевидно, що після різкого деструктивного «стрибка» техногенезу у 1950–1960-і роки, який спричинив спрощення фауністичної і функціональної структури іхтіоценозів, угруповання риб утворили відносно стійкі адаптивні пристосування. Але зростання техногенного впливу у 1980–1990-і роки порушило цю слабку адаптивну стійкість.

Кількісний та якісний стан іхтіофауни водосховищ Середнього та Нижнього Дніпра. У складі іхтіофауни середньої течії Дніпра на початку 1930-х років відзначали 46 видів та 1 підвид риб та круглоротих. Створення Дніпровського водосховища, а потім всього дніпровського каскаду обумовило погіршення умов відтворення для літофільних риб і спрощення структури іхтіоценозу, його незбалансованості. Видовий склад рибного населення Дніпровського водосховища до кінця 1950-х років скоротився до 37 видів. Тоді розпочався процес спонтанного саморозселення та подальшої адаптації у зарегульованому Дніпрі деяких видів понто-каспійської морської фауни, які почали з'являтися з Чорного моря та пониззя Дніпра. Створення Каховського водосховища набагато прискорило процес аутакліматизації видів. До кінця

1960-х років іхтіофауна Дніпровського водосховища нараховувала вже 43 види риб.

Гідробудівна діяльність людини, масштабне переселення та інтродукція тварин у новостворені гідросистеми призвели до стрімкого поширення за межі природних історичних ареалів багатьох видів риб (табл. 2).

На сучасному етапі разом з новими видами хребетних, фауна риб Дніпровського водосховища та його річок-притоків нараховує 57 видів і підвидів, які належать до 11 рядів, 14 родин та 43 родів.

Таблиця 2.

Інвазійні види риб та інтродуценти у Дніпровському водосховищі

№ № п/п	Види риб-вселенців, самовселенців та інтродуцентів	Етапи існування Дніпровського водосховища				
		1	2	3	4	5
1	Тюлька азово-чорноморська *Clupeonella cultriventris*	–	+++	++	++	++
2	Карась сріблястий *Carassius auratus*	–	–	++	+++	+++
3	Товстолобик білий *Hipophthalmichthys molitrix*	–	–	++	++	++
4	Товстолобик строкатий *Aristichthys nobilis*	–	–	++	++	++
5	Білий амур *Ctenopharyngodon idella*	–	–	+	+	+
6	Бобирець дніпровський *Leuciscus boristhenicus*	–	–	–	+	+
7	Чебачок амурський *Pseudorasbora parva*	–	–	–	+++	+++
8	Канальний сомик *Ictalurus punctatus*	–	–	–	+	+
9	Американський сомик *Ameiurus nebulosus*	–	–	–	–	+
10	Атерина чорноморська *Atherina pontica*	–	–	–	++	++
11	Колючка триголкова *Gasterosteus aculeatus*	–	–	+	+	+
12	Берш *Sander volgensis*	–	–	++	+++	+
13	Перкарина чорноморська *Percarina demidoffi*	–	–	–	–	+
14	Сонячний окунь *Lepomis gibbosus*	–	–	–	–	+++
15	Бичок-гонець *Mesogobius gymnotrachelus*	–	–	+	++	++
16	Бичок-мартовик *Mesogobius batrachocephalus*	–	–	–	+	++
17	Бичок Браунера *Benthophiloides brauneri*	–	–	–	–	+
18	Бичок-кніповічія кавказький *Knipowitschia caucasica*	–	–	–	–	+
19	Бичок ратан *Ponticola ratan*	–	–	–	–	+
	Всього видів у період досліджень	38	37	47	52	57

Примітки: 1 – перший етап (до зарегулювання стоку і будівництва ДніпроГЕСу, початок 1930-х рр.); 2 – другий етап (1937–1963 рр., після зарегулювання стоку і до створення каскаду водосховищ); 3 – третій етап (1964–1980 рр., режим каскаду і початок інтенсивного антропогенного навантаження); 4 – четвертий етап (1981–2000 рр., функціонування у режимі максимального антропогенного навантаження), 5 – п'ятий етап (2001 – до сьогодні, функціонування в режимі стабільного навантаження); – вид відсутній, + – вид представлений одиничними особинами, ++ – вид із середньою чисельністю, +++ – вид з високою чисельністю.

Видовий склад іхтіофауни Кам'янського водосховища наприкінці 1980-х років складав 52 види риб, але в 1990–2016 рр. іхтіокомплекси водосховища

поповнилися новими видами – представниками Атеринових, Бичкових, Центрархових. Сучасний іхтіокомплекс водосховища складається з 57 видів.

У середній частині Кам'янського водосховища розташований водозабір каналу «Дніпро-Донбас», побудований у 1980-х роках. Іхтіологічні дослідження 2014–2017 рр. у складі іхтіофауни каналу зареєстрували 33 види риб. Найбільш представленим є понтокаспійський прісноводний фауністичний комплекс (10 видів). Бореальний рівнинний комплекс складається із 6 видів, понтокаспійський морський – 5 видів. Китайський комплекс повністю складається з адвентивних видів (4 види). Третинний рівнинний прісноводний комплекс налічує 3 види. Більшість зареєстрованих видів належать до лімнофільного екологічного комплексу. Реофільних видів – усього три. Аборигенними видами Дніпра є 20 видів риб (62,5% видового складу).

Усереднений показник загальної чисельності молоді риб на мілководдях каналу складає 927,1±23,1 екз/100 м^2, біомаса – 2245,4±113,4 г/100 м^2. Це високі показники для водойм такого типу, а також для водойм зі штучно спрямованим руслом.

Доведено, що канал «Дніпро–Донбас» виступає транзитною водоймою для просування чужорідних видів із басейну Дніпра у басейн Сіверського Донця і Дону. Саме завдяки каналу відбулося потрапляння до басейну Донця пухлощокої риби-голки *Syngnathus abaster*, чорноморської тюльки *C. cultriventris* і бичка-головача *N. kessleri*, що підтверджується дослідженнями інших авторів (Гончаров, 2011).

Трансформація складу рибного населення Дніпра у найближчому майбутньому буде тривати, причому збільшення кількості видів риб відбуватиметься за рахунок понтокаспійських саморозселенців і, можливо, екзотичних інтродуцентів.

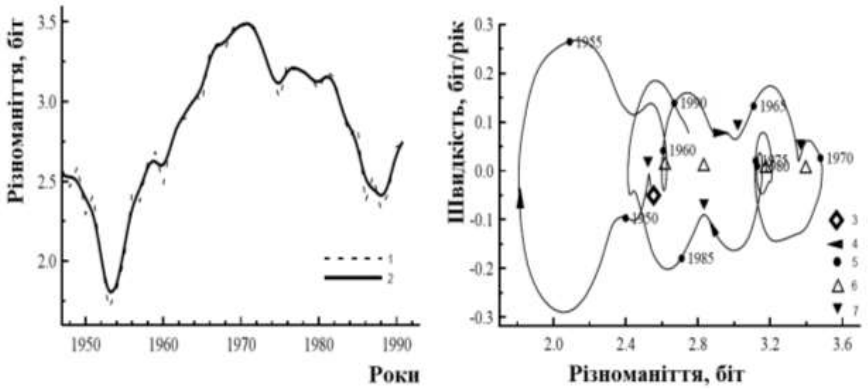
Промислове використання водних біоресурсів. За промисловим значенням у складі іхтіоценозів водосховищ Дніпра відзначають 19 промисловоцінних риб і 2 малоцінні промислові види. Інші риби є непромисловими. Провідними видами промислу у водосховищах дніпровського каскаду є види-вселенці – *C. auratus gibelio* та рослиноїдні риби (за винятком Кременчуцького водосховища, де в уловах домінує плітка *Rutilus rutilus*).

Посилення антропогенного впливу на водосховища призводить до порушення стабілізації екогідросистем. Зміни у структурно-функціональній організації угруповань риб у водосховищах прямо позначаються на формуванні промислової іхтіофауни. Якщо у середньотрансформованих екосистемах цінні промислові види складають 88,3%, то у дуже трансформованих – лише 32,5% (промислове значення таких ділянок знижується в 2,7 раза), в деструктивних – у 4,42 раза. Основні зміни відбуваються за рахунок малоцінних промислових або непромислових видів, частка яких у дуже трансформованих системах складає 67,1%, а у деструктивних сягає показника понад 95,0%.

Ознаки дестабілізації екосистеми Дніпровського водосховища при збільшенні антропогенного навантаження помітні з 1980-х років. Для моніторингу і оцінки стану прісноводних гідросистем в останні роки застосовують так званий метод *фазового портрету* (Сметанин, Стрельников, Терещенко, 1983; Verbitsky, Tereshchenko, 1996; Попова и др., 1997; Терещенко,

Вербицкий, 1997), який дає змогу виявити стійкі та нестійкі зони функціонування угруповання (наприклад, рибного населення) і наочно представити його динаміку у нормі і під впливом негативних чинників.

Для аналізу змін в структурі угруповання використані дані щодо відносного багатства видів у пробі. При описі перебудов в угрупованні тварин структурним фазовим портретом системи є крива, яка свідчить про її поведінку в координатах H і dH/dt, де H – індекс Шеннона. Якщо угруповання знаходиться далеко від стійкого рівноважного стану, фазові портрети мають вигляд куполоподібної кривої, що характеризує рух системи від стану «меншого різноманіття» до стану «більшого різноманіття» або увігнутої дуги від вихідного стану до іншого, яке має менше різноманіття (наприклад, внаслідок надмірного вилову). Поблизу рівноважного стану динаміка угруповання на фазовому портреті має вигляд кільцевої траєкторії з невеликою амплітудою, або у вигляді спіралі, яка закручується чи розкручується (рис. 2.)



а **б**

Рис. 2. Динаміка різноманіття (*а)* і динамічний фазовий портрет структури уловів риб (*б*) Дніпровського водосховища: 1 – вихідні дані; 2 – вирівнені дані; 3 – початковий стан; 4 – спрямованість переміщення; 5 – стан системи у рік, який означений цифрою біля кривої; 6 – стійкий стан; 7 – критична точка.

На фазовому портреті структури уловів риб Дніпровського водосховища (рис. 2 б) на початку його функціонування (1950-і роки) траєкторія системи – куполоподібна крива, яка характерна для систем, що формуються, зі зростанням швидкості зміни різноманіття.

Циклічна траєкторія навколо зони стійкого стану, який відповідає різноманіттю уловів риб 2.5–2.6 біт, припадає на 1960-і роки, а також повторюється між 1975–1980 рр. Але в період до 1985 року спостерігається тенденція до виходу рибного населення зі стійкого стану. Це зниження різноманіття уловів можна прямо пов’язати з підвищенням впливу комплексу

антропогенних і кліматичних чинників, перш за все внаслідок зпрацювання рівня водосховища, збільшення об'єму промислових уловів тощо

З 1985 р. траєкторія системи на фазовому портреті відповідає спіралі, яка розкручується, що свідчить про збільшення антропогенного впливу на водоймище. Саме на початок 1980-х років припадає поступове збільшення рівнів негативного впливу на екосистему водоймища (Кораблёва, 1992). На тлі техногенного забруднення екогідросистем (максимум припадає на початок 1990-х років) відбувається криза хижих риб Дніпровського водосховища, які потерпають від деградацій природних нерестовищ, надмірного промислового і любительського вилову.

Таким чином, саме на початку 1990-х років у Дніпровському водосховищі створюються відмінні умови для натуралізації багатьох нових видів риб-саморозселенців, як планктофагів (*A. boyeri pontica*) і бентофагів (*B. brauneri*), так і хижаків (*M. batrachocephalus, L. gibbosus*).

ОСНОВНІ ПРИЧИНИ ТА МЕХАНІЗМИ ІНВАЗІЙ ЧУЖОРІДНИХ ВИДІВ У ВОДОЙМИ ПРИДНІПРОВ'Я

Стрімке збільшення кількості чужорідних видів тварин у водних екосистемах Європи, яке спостерігається в останні десятиріччя, пов'язують з різноманітними чинниками: інтродукцією видів, глобальною зміною клімату, будівництвом різного типу каналів і водосховищ, збільшенням інтенсивності судноплавства, впливом морської та прісноводної аквакультури.

Вектори розповсюдження чужорідних видів. Гідробудівництво змінило вигляд річкових долин, гідрологічний, гідрохімічний і гідробіологічний режим рік. Воно обумовило появу водних екосистем нового типу – водосховищ, в яких сформувався особливий екологічний режим, що призвів до перебудови іхтіокомплексів рік, заміни риб-реофілів лімнофілами. Формування фаун здійснювалось як за рахунок автохтонних елементів, так і «завдяки» мігрантам, які розпочали стрімкий процес поширення ареалу.

Ключовими моментами у розповсюдженні понто-каспійських видів у басейні Дніпра стали: а) «лімнізація» ріки завдяки перетворенню її в каскад водосховищ; б) глобальні заходи з акліматизації багатьох видів кормової для риб понто-каспійської фауни у нових для них водосховищних умовах.

Водоймою-донором чужорідних видів для новоствореного каскаду дніпровських водосховищ стало Чорне море. Київське водосховище в свою чергу стало водоймою-донором понто-каспійської фауни для р. Прип'ять і Верхнього Дніпра. Таку ж саму роль водоймища-донора чужорідних видів виконало Кам'янське водосховище для басейну р. Сіверський Донець. Міжбасейнове «постачання» видів відбулося завдяки гідротехнічному каналу «Дніпро-Донбас».

Деякі з видів-вселенців не тільки успішно натуралізувалися у басейнах, але й здійснюють самостійне просування по них (головешка ротань, чебачок амурський, бички).

Серед аутоакліматизантів домінують понто-каспійські прісноводні, солоноватоводні та морські види (представники *Clupeiformes, Perciformes*, окремі види – колючка триголкова *Gasterosteus aculeatus*, атерина чорноморська

A. boyeri pontica, чорноморська пухлощока риба-голка *S. abaster*). Всі вони характеризуються виразною спрямованістю розселення – від пониззя до верхів'їв рік. Аналіз видового складу свідчить, що кількість видів риб зменшується вгору проти течії Дніпра (рис. 3).

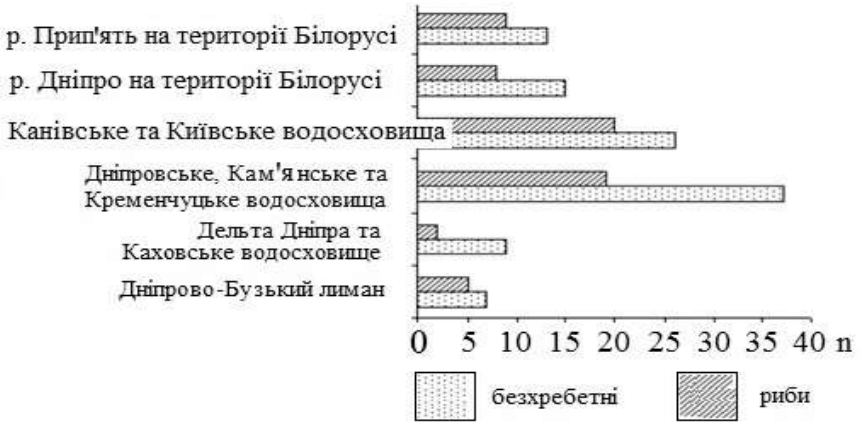


Рис. 3. Кількість чужорідних видів макробезхребетних і риб на різних ділянках басейну р. Дніпро

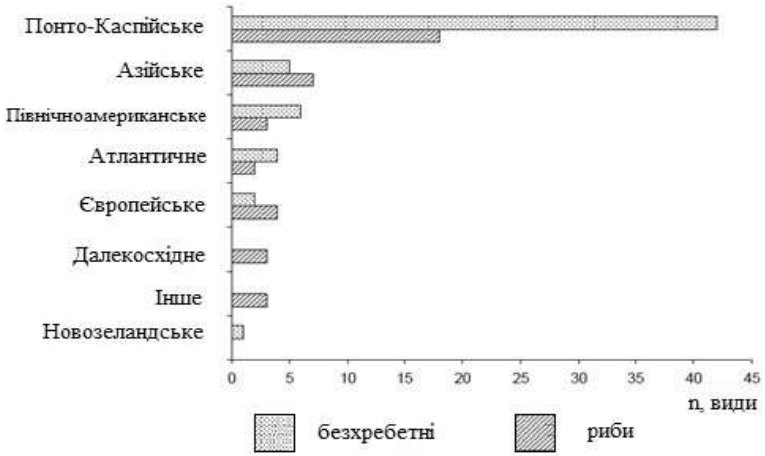


Рис. 4. Кількість видів макробезхребетних і риб різного походження у басейні р. Дніпро

Так, у верхній частині басейну не знайдені понто-каспійські види рядів *Atheriniformes* і *Mugiliformes*.

З’ясовано, що сьогодні понад 50% інвазійних видів риб у Дніпровському басейні – понто-каспійського походження (рис. 4), причому серед риб значна частка видів – азіатського походження, а також з регіону Північної Європи.

Це пояснюється успішною інтродукцією риб в дніпровські водосховища. Найбільша частка чужорідних видів риб в басейні Дніпра припадає на інтродуковані види (близько 70%), а найменша – на реінтродуцентів (близько 7%).

Аналіз видового складу вказує, що кількість видів зменшується вгору за течією. Основні шляхи розповсюдження макробезхребетних і риб на різних ділянках р. Дніпро і дніпровських водосховищ представлені на рис. 5.

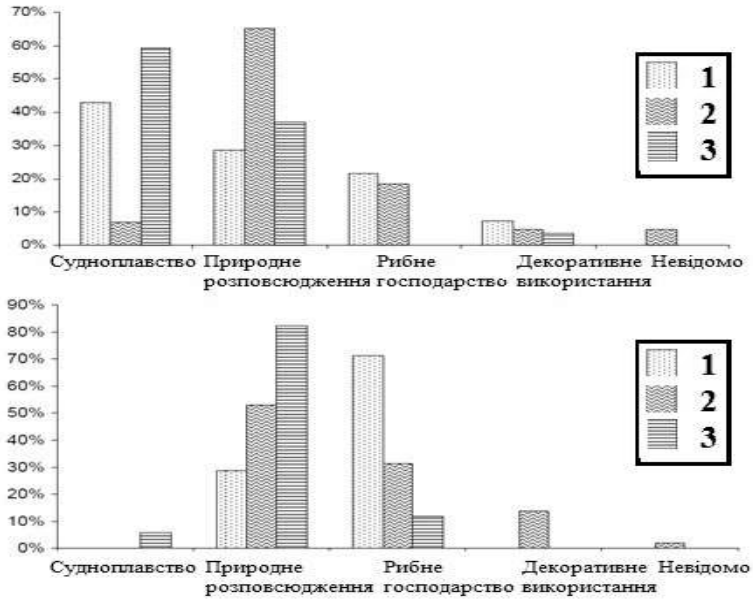


Рис. 5. Основні шляхи розповсюдження макробезхребетних (зверху) і риб (знизу) на різних ділянках р. Дніпро: 1 – Дніпрово-Бузький лиман, дельта Дніпра і Каховське водосховище; 2 – Дніпровське, Кам’янське, Кременчуцьке, Канівське і Київське водосховища; 3 – р. Дніпро і р. Прип’ять (Білорусь).

Процес саморозселення видів вгору по каскаду водосховищ Дніпра є основним вектором розповсюдження риб. У нижній частині Дніпра, де понто-каспійська фауна є аборигенною, вселення чужорідних видів переважно пов’язане із судноплавством, особливо – зі скиданням баластних вод, а у дніпровських водосховищах важлива роль притаманна періодичній спрямованій інтродукції окремих видів (рис. 6).

Доведеним нами є факт спонтанного розповсюдження *L. gibbosus* саме із Дніпровського водосховища (а не Каховського водосховища) у притоки та вищерозташоване Кам’янське водосховище. Філогеографічний аналіз популяцій

L. gibbosus Дніпра, Дністра і Дунаю, проведений на основі аналізу мінливості локуса *cyt b* мтДНК, дав змогу встановити, що у всіх досліджених випадках він був представлений тільки одним оригінальним гаплотипом (реєстраційний номер у GenBank, NCBI – KJ513207)(Slynko et al., 2014). *L. gibbosus* із Дніпровського водосховища з високим рівнем вірогідності (p ≥0,95) походить з району вторинного центра розселення – водойм басейну верхів'я р. Потомак (США).

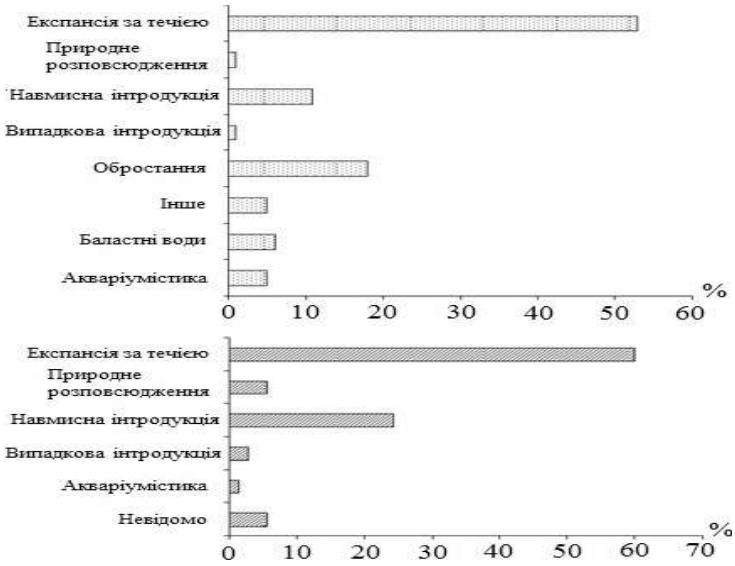


Рис. 6. Основні вектори інвазій макробезхребетних (зверху) і риб (знизу) в басейні р. Дніпро

Натуралізація видів-вселенців обумовлюється також порушенням стійкості екосистем, яке спричиняється появою надлишкової органічної речовини внаслідок евтрофування водойм, підвищення температури води і зниження гідродинамічних показників.

На прикладі чужорідних видів *P. parva* та *L. gibbosus* показані пристосування риб до мешкання у лотичних та лентичних екосистемах. Показано, що у Кременчуцькому та Дніпровському водосховищах риби з «озеровидним» креодом розвитку характеризуються більш високим тілом, що необхідно для швидкого виходу з-під пресу дрібних хижаків.

Механізми інвазій і стратегії успішної адаптації видів. Показано, що успішність адаптації інвазійних тварин у нових умовах прямо обумовлена їх репродуктивними можливостями, високою еврибіонтністю, значною конкурентоздатністю, екологічною пластичністю вселенця. Проаналізовані

інвазійні стратегії трьох видів-вселенців дніпровських водосховищ: *C. auratus gibelio, P. parva, L. gibbosus.*

Еврибіонтний, лімнофільний вид *C. auratus gibelio* в умовах дніпровських водосховищ змінив статеву структуру популяції: частка самців зросла до 40%, причому у молодших вікових класах більше самців (52,0–56,0%), у старших вікових класах – більше самок (понад 60,0%).

Фітофільний вид, еврифаг *P. parva* у Дніпровському водосховищі стрімко нарощує чисельність (рис. 7). Відмінна кормова база, слабка конкуренція з боку риб-аборигенів, незначний вплив хижаків обумовили максимальні розмірно-вагові показники *P. parva*, які перевищують аналогічні характеристики чебачка із водойм Європи.

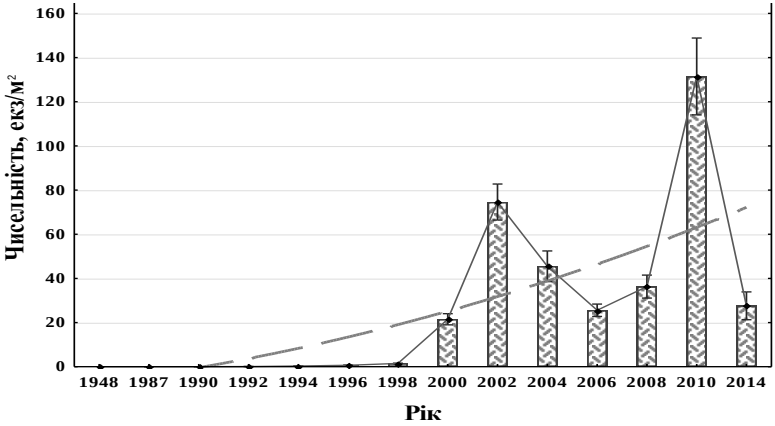


Рис. 7. Зміни чисельності *P. parva* на мілководдях Дніпровського водосховища (1996–2014 рр.)

Визначено, що сучасне розповсюдження типового хижака *L. gibbosus* по Дніпру відбувається за двома векторами. З пониззя Дніпрово-Бузького лиману *L. gibbosus* потрапив до Каховського водосховища у 2000 р. (Тороп, 2009) і розповсюдився до греблі ДніпроГЕС (м. Запоріжжя). Але проникнення сонячного окуня у Дніпровське водосховище з Каховського не відбулося. Його поява у водоймах Придніпров'я відбулася внаслідок навмисного вселення. На початку 2000-х рр. *L. gibbosus* потрапляє у Дніпровське водосховище (Новицкий и др., 2002).

Темпи інвазій. З кінця 1980-х рр. інвазії риб у басейн Дніпра набули характер вибухової масової експансії, яка відбувається із прискоренням. Тільки за період 2000–2007 рр. видовий склад іхтіофауни Дніпра зріс у понад два рази порівняно з усім попереднім періодом існування ріки, який досліджено.

Розрахована швидкість розповсюдження бичка кругляка *N. melanostomus* із Дніпровського водосховища у Київське складає 10 км/рік, а для чорноморської тюльки – близько 20 км/рік. У ріках-притоках Дніпра і каналах швидкість розповсюдження видів значно більша. У каналі «Дніпро-Донбас» риба-голка чорноморська пухлощока *S. abaster* просувалася 263 км від водозабору до

Краснопавлівського водосховища зі швидкістю 52 км/рік. Швидкість розповсюдження сонячного окуня *L. gibbosus* у Самарі Дніпровській (притоці Дніпра I порядку) складає понад 30 км/рік.

Оцінка швидкості розповсюдження окремих видів у дніпровському басейні має велике значення в моніторингу іхтіофауни і прогнозуванні їх появи в нових гідросистемах.

РОЛЬ ІНВАЗІЙНИХ РИБ У НОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ТА ЇХ ВКЛЮЧЕННЯ ДО СКЛАДУ ФАУН ВОДОЙМ-РЕЦІПІЄНТІВ

Вплив чужорідних видів на іхтіокомплекси. На сьогодні у складі іхтіофауни дніпровських водосховищ нараховується 21 інвазійний вид риб, натуралізація яких відбулася успішно (у Дніпровському водосховищі – 19 видів). Аналіз змін співвідношення видового складу аборигенних та чужорідних видів-вселенців у малькових обловах на Дніпровському водосховищі впродовж 65-річного періоду (1948–2012 рр.) показав, що частка видів-вселенців постійно зростає (з 3% в 1948–1962 рр. до 32% в 2006–2012 рр.) (рис. 8).

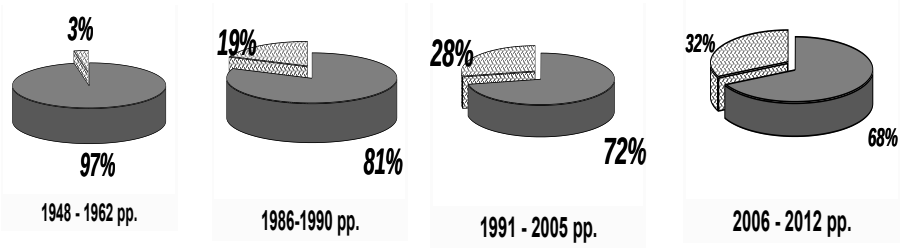


Рис. 8. Зміни співвідношення видового складу аборигенних та чужорідних видів-вселенців у малькових обловах на Дніпровському водосховищі (період 1948–2012 рр.), %

В уловах різних років домінуючими видами є карась сріблястий (24–34% від загальної чисельності чужорідних риб в улові), чебачок амурський (16-27%), атерина чорноморська (16%) (рис. 9).

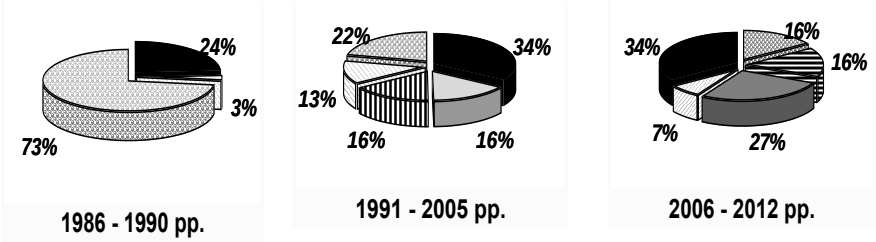
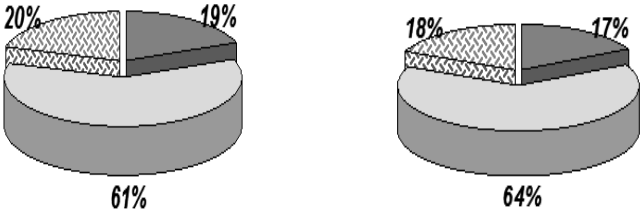


Рис. 9. Зміни співвідношення чисельності чужорідних видів-вселенців у малькових обловах на Дніпровському водосховищі (період 1986–2012 рр.), екз/100 м^2: чебачок амурський, карась сріблястий, риба-голка пухлощока, атерина чорноморська, інші вселенці

Порівняння співвідношення чисельності молоді риб в малькових уловах на Каховському та Дніпровському водосховищі (2009–2012 рр.) показало майже ідентичну картину: частка вселенців на літоралі сягає показника 18,0–20,0% від загальної кількості риб (рис. 10).



Каховське водосховище Дніпровське водосховище

Рис. 10. Порівняння співвідношення чисельності молоді риб в малькових уловах на Каховському та Дніпровському водосховищі (2009–2012 рр.), %: непромислові види, промисловоцінні види, вселенці.

Досліджена трофічна конкуренція чужорідних і аборигенних видів риб. У літоралі Дніпровського водосховища *P. parva* переважно конкурує за кормові ресурси з бичком головачом (Q досягає 0,94), коропом (0,91), щипавкою звичайною (0,87), бичком гонцем (0,74), чорноморською пухлощокою голкою (0,62), карасем сріблястим (0,54), гірчаком (0,48) і судаком (0,29). На р. Самара Дніпровська гостра конкуренція за кормові ресурси спостерігається між бичковими та іншими видами риб. Коефіцієнт перекривання трофічних ніш між бичками та гірчаком досягає 0,99, пліткою – 0,95, сонячним окунем – 0,94, окунем річковим – 0,94, плоскиркою – 0,92, карасем сріблястим – 0,88, краснопіркою – 0,87. В р. Інгулець *L. gibbosus* є одним з головних конкурентів бичкових риб за трофічні ресурси (Q сягає 0,97).

L. gibbosus відзначається значною трофічною пластичністю, у складі його харчової грудки відзначені 11 кормових компонентів. Крім безхребетних і молоді риб хижак у природних водоймах активно споживає водяну рослинність. За вагою у складі харчової грудки (понад 50,0%) домінувала риба (молодь *Cyprinidae*), яка, за нашою думкою, у весняний період є основною їжею *L. gibbosus* у Дніпровському водосховищі. Визначення індексу відносної значущості (ІВЗ, %) як показника значення харчового об'єкта у складі їжі сонячного окуня показало, що весною ІВЗ риб-жертв досягав 3900%. Велике значення мали личинки *Odonata* та *Ephemeroptera,* ІВЗ яких досягав 970%. Влітку велике значення як компонента живлення *L. gibbosus* має водяний вісючок *Asellus aquaticus* (Isododa), чий ІВЗ сягає 220%.

Чужорідні види риб (чебачок амурський, сонячний окунь, карась сріблястий) включені до складу їжі хижих риб дніпровських водосховищ (щуки, окуня річкового, судака, миня), а також рибоїдних птахів (сіра чапля).

Наслідки інтродукцій та інвазій чужорідних видів риб у дніпровські водосховища. Поява, масове розповсюдження і натуралізація промислово-

цінних видів риб у водосховищних екосистемах є не тільки важливим екологічним чинником функціонування біогідроценозів, але й впливає на рівень природної рибопродуктивності дніпровських водосховищ. Успішне включення видів-аутакліматизантів у процеси функціонування гідроекосистем збільшує ступінь біологічного розмаїття, але гостра конкуренція «чужинців» з нативними видами приводить до зменшення видового складу риб на окремих біотопах.

Показано, що одним із наслідків трансформації тваринного населення внаслідок інвазій є гомогенізація фаун водосховищ. Наслідком такої гомогенізації фаун може бути втрата стійкості екосистем до будь-яких природних та антропогенних впливів. Аналіз динаміки змін частки спільних видів риб в іхтіофауні пониззя Дніпра (в межах Каховського водосховища) та Дніпровського водосховища у зв'язку з інвазіями чужорідних видів показав, що подібність іхтіофаун цих водоймищ за тридцять років збільшилася з 68% до 82%.

Застосування Протоколу оцінки інвазійних чужорідних видів (Randall et al., 2008) виявило, що найбільший інвазійний потенціал у дніпровських водосховищах і басейні Дніпра загалом мають 4 чужорідні види риб: *C. auratus gibelio, P. parva, L. gibbosus*, а також *P. glenii*, який розповсюджений у Верхньому Дніпрі.

ПЕРСПЕКТИВНІ ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ЧУЖОРІДНИХ ВИДІВ У ДНІПРОВСЬКИХ ВОДОСХОВИЩАХ ТА ВОДОЙМАХ ПРИДНІПРОВ'Я

Моніторинг чужорідних видів у водоймах. Інвазії чужорідних видів тварин у прісноводні екосистеми є невідворотним процесом, тому контроль стану популяцій і угруповань чужорідних видів риб і безхребетних у гідросистемах України є наразі нагальною проблемою.

Найважливішими завданнями стосовно вирішення проблеми чужорідних видів є моніторинг і розробка ефективних методів стримування темпів розселення видів та/або боротьби з натуралізованими небажаними інвайдерами.

Розроблена система моніторингу включає наступні складові:

- аналіз інвазійного процесу у природних та штучних водоймах України;
- оцінка стану угруповань та популяцій чужорідних видів у водоймах з різним типом антропогенного навантаження;
- з'ясування наслідків екосистемних змін, оцінка екологічних ризиків, прогнозування нових інвазій;
- прийняття управлінських рішень щодо охорони та раціонального використання водних біоресурсів.

Для раннього виявлення чужорідних видів в екосистемах і відповідного адекватного реагування на поширення видів рекомендується створення системи раннього попередження, яка може включати моніторинг ненативних видів і спеціалізовану інформаційну систему з ГІС-додатками.

Законодавчі і адміністративні заходи щодо попередження інвазій. На державному рівні пропонується запровадити Національну стратегію щодо

поводження з інвазійними чужорідними видами в Україні на період до 2030 року. У Програмі передбачені наступні пріоритетні напрямки:

–створення Національної бази даних щодо біологічних інвазій тварин і рослин в Україні, створення умов для широкого і відкритого обміну інформацією з суміжними країнами;

–організація системи моніторингу інвазій чужорідних видів на території України;

–аналіз та систематизація основних причин біоінвазій;

–визначення шляхів інвазійного процесу та виявлення видів – потенційних інвайдерів;

–розробка заходів боротьби з функціонально небезпечними видами-вселенцями або стримування процесу стихійного розселення небезпечних інвайдерів;

–економічна оцінка наслідків біологічних інвазій у прісноводні і морські екосистеми;

–розвиток системи освіти та просвіти в області біологічних інвазій;

–створення ефективної законодавчої бази з проблематики біологічних інвазій.

На регіональному рівні Програми передбачені:

–розробка «Регіональних кадастрових списків чужорідних, загрозливих (небезпечних) видів флори і фауни України»;

–дослідження місць найбільш ймовірного перебування чужорідних видів, включаючи картографування і ГІС-технології;

–здійснення постійного моніторингу чужорідних видів, які є натуралізованими в екосистемах України;

–прогнозування появи нових, потенційно небезпечних для господарської діяльності людини, або усталених гідроекосистем видів-інвайдерів;

–розробка методів стримування процесу розповсюдження чужорідних видів (відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 82 від 30 січня 2019 р.);

прийняття місцевих управлінських рішень щодо раціонального використання гідробіонтів (у тому числі інтродукованих).

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу сучасної структури іхтіоценозів дніпровських водосховищ з урахуванням ролі комплексу природних та антропогенних чинників проведена інвентаризація чужорідних видів риб, з'ясовані наслідки інвазій, зміни структури та функціонування іхтіоценозів, визначені масштаби і спрямованість інвазійного процесу у водосховищних екосистемах України.

1. Таксономічне різноманіття риб і круглоротих водосховищ Нижнього і Середнього Дніпра і їх придаткової системи представлене одним рядом круглоротих та 13 рядами Кісткових риб, які включають разом 20 родин, 57 родів та 75 видів. У водоймах Придніпров'я формування фауни риб відбувалося за рахунок аборигенів (62,7%) та адвентивних видів (37,3%), в тому числі за рахунок інтродуцентів – 14,6% і видів-самовселенців – 22,7%. У басейні Дніпра з 36 чужорідних риб натуралізованими є 24 види інвайдерів та саморозселенців.

2. Інвазія, натуралізація і розповсюдження чужорідних видів у дніпровських водосховищах є єдиним екологічним процесом. Основною водоймою-донором для дніпровських водосховищ є Чорне море. Водосховища каскаду виступають донорами понто-каспійської фауни для р. Прип'ять і Верхнього Дніпра (Київське), для басейну р. Сіверський Донець (Кам'янське водосховище і канал «Дніпро-Донбас»). Канал «Дніпро–Донбас» є транзитною водоймою для просування чужорідних видів із басейну Дніпра у басейн Сіверського Донця і Дону (*S. abaster, C. cultriventris, N. kessleri*).

3. Розповсюдженню понто-каспійських видів у басейні Дніпра сприяли будівництво водосховищ і системи каналів, «лімнізація» ріки завдяки перетворенню її в каскад водосховищ та глобальні заходи з акліматизації багатьох видів кормової для риб понто-каспійської фауни у нових для них водосховищних умовах. Успіх інвазій чужорідних видів у дніпровських водосховищах обумовлений змінами функціональної структури іхтіофауни під впливом антропогенних чинників.

4. Антропогенна трансформація малих річок басейну Дніпра у 1950–1960-х рр. призвела до порушення структури і цілісності іхтіоценозів та їх трофофункціональної структури, зростання монодомінантності зоофагів та встановлення абсолютної монодомінантності лімнофілів, а також збільшення питомої ваги малоцінних та непромислових видів. Після періоду стабілізації (1970–1980-і рр.), коли угруповання риб утворили відносно стійкі адаптивні пристосування, зростання техногенного впливу на водосховища у 1980-і–1990-і рр. порушило цю слабку адаптивну стійкість і спричинили умови для натуралізації багатьох нових видів риб-саморозселенців – як планктофагів (*A. boyeri pontica*) і бентофагів (*B. brauneri*), так і хижаків (*M. batrachocephalus, L. gibbosus*).

5. У дуже трансформованих та деструктивних водних екосистемах значення зоофагів (у тому числі і хижаків) зростає, що пояснюється утворенням значної біомаси зообентосу (особливо олігохет, розвиток яких у забруднених ділянках водойм зберігається).

6. Наразі понад 50,0% чужорідних видів риб в Дніпровському басейні – понто-каспійського походження, значна частка видів – азійського походження, а також з регіону Північної Європи. Найбільша частка чужорідних видів риб в басейні Дніпра припадає на інтродуковані види (близько 70%), а найменша – на реінтродуцентів (близько 7%). Серед аутакліматизантів домінують понто-каспійські прісноводні, солоноватоводні та морські види (представники *Clupeiformes*, *Perciformes*, окремі види – *G. aculeatus, A. boyeri pontica, S. abaster*). Всі вони характеризуються виразною спрямованістю розселення – від пониззя до верхів'їв рік, що підтверджує кількісне зменшення видів риб вгору проти течії Дніпра.

7. Чужорідний вид *L. gibbosus* має два шляхи розповсюдження по каскаду Дніпра: з пониззя – у Каховське водосховище (до греблі в м. Запоріжжя) і з Дніпровського – у Кам'янське. Філогеографічний аналіз популяцій Дніпра, Дністра і Дунаю на основі аналізу мінливості локуса *cyt b* мтДНК свідчить, що у всіх досліджених випадках цей вид представлений одним оригінальним гаплотипом. *L. gibbosus* із Дніпровського водосховища з високим рівнем

вірогідності ($p \geq 0{,}99$) походить з району вторинного центра розселення – водойм басейну верхів'я р. Потомак (США).

8. Швидкість розповсюдження *N. melanostomus* із Дніпровського водосховища у Київське складає 10 км/рік, чорноморської тюльки – близько 20 км/рік. В ріках-притоках Дніпра і каналах швидкість поширення видів набагато більша: в каналі «Дніпро-Донбас» *S. abaster* просувалася від водозабору до Краснопавлівського водосховища зі швидкістю 52 км/рік. Швидкість розповсюдження *L. gibbosus* у р. Самара Дніпровська складає понад 30 км/рік.

9. До спектру живлення чужорідного виду *L. gibbosus* входять 11 кормових об'єктів. Крім тваринних компонентів їжі він активно споживає водяну рослинність. За вагою у складі харчової грудки сонячного окуня (понад 50%) домінувала риба (молодь риб родини *Cyprinidae*), яка у весняний період є основною їжею *L. gibbosus* у Дніпровському водосховищі. Індекс відносної значущості як показник значення харчового об'єкта у складі їжі свідчить, що навесні ІВЗ риб-жертв *L. gibbosus* досягає 3900%. ІВЗ личинок *Odonata* та *Ephemeroptera* досягає 970%. Влітку велике значення як компонент живлення *L. gibbosus* має водяний вісльочок *Asellus aquaticus* (Isododa), чий ІВЗ сягає 220%.

10. Внаслідок трофічної конкуренції чужорідних і аборигенних видів риб в літоралі Дніпровського водосховища *P. parva* переважно конкурує за кормові ресурси з бичком головачом (Q досягає 0,94), коропом (0,91), щипавкою звичайною (0,87), бичком гонцем (0,74), чорноморською пухлощокою голкою (0,62), карасем сріблястим (0,54), гірчаком (0,48) і судаком (0,29). На р. Самара Дніпровська гостра конкуренція за кормові ресурси спостерігається між бичковими та іншими видами риб. Коефіцієнт перекривання трофічних ніш між бичками та гірчаком досягає 0,99, пліткою – 0,95, сонячним окунем – 0,94, окунем річковим – 0,94, плоскиркою – 0,92, карасем сріблястим – 0,88, краснопіркою – 0,87. В р. Інгулець *L. gibbosus* є одним з головних конкурентів бичкових риб за трофічні ресурси (Q сягає 0,97).

11. Для чужорідних видів властива значна екологічна пластичність під час натуралізації в різних типах водойм. Найбільший інвазійний потенціал у дніпровських водосховищах і басейні Дніпра мають 4 чужорідні види риб: *C. auratus gibelio, P. parva, L. gibbosus,* а також *P. glenii*, який розповсюджений на Верхньому Дніпрі. Ці види формують так званий «Чорний» список видів (Black List) дніпровських водосховищ.

12. Для раннього виявлення і адекватного реагування на поширення чужорідних видів в екосистемах рекомендується створення системи раннього попередження, що включає моніторинг ненативних видів і спеціалізовану інформаційну систему з ГІС-додатками. До Національної системи моніторингу чужорідних видів у прісноводних водоймах повинні бути включені постійні дослідницькі полігони на всіх крупних ріках України, їх водосховищах та в гирлах річок-приток першого порядку. Отримана на цих полігонах моніторингова інформація повинна спрямовуватися у національну базу даних, яка складається з відомчих баз даних і модуля з ГІС-додатками, який є відкритим у мережі Інтернет.

СПИСОК ОСНОВНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Колективні монографії

1. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Круглороті (Cyclostomata). Риби (Pisces) / В. Л. Булахов, **Р. О. Новіцький**, О. Є. Пахомов, О. О. Христов // Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2008. 304 с. (*Участь у плануванні досліджень, відбір матеріалу, підготовка окремих розділів, формулювання висновків*)

2. Issues of the ecosystem services provided by animals under anthropogenic pressure within Ukrainian steppe: monogr. / A. Y. Pakhomov, V. Ya. Gasso, K. K. Goloborodko, E. V. Loza, O. A. Didur, **R. A. Novitskiy**, A. L. Ponomarenko Ed. by A. Y. Pakhomov // Vienna: «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH., 2016. 160 p. (*Участь у плануванні досліджень, відбір матеріалу, підготовка окремих розділів, формулювання висновків*).

Статті у наукових фахових виданнях

3. Новицкий Р. А**.** К вопросу о максимальных размерах и массе рыб в днепровских водохранилищах // Вісник ДНУ. Біологія, екологія. Вип. 12. Том 1. Д.: ДНУ, 2004. С. 126–133.

4. Аннотированный список рыб Днепровского водохранилища и его притоков / **Р. А. Новицкий,** О. А. Христов, В. Н. Кочет, Д. Л. Бондарев // Вісник ДНУ. Біологія, екологія. Вип. 13 (1). Д.: ДНУ, 2005. С. 185–201. (*Збір матеріалу, обробка даних, формулювання висновків*)

5. Новіцький Р. О. Сучасний склад фауни риб Дніпровського (Запорізького) водосховища //Наук. записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. Спец. випуск «Гідроекологія». 2005. № 3 (26). С. 321–323.

6. Новіцький Р. О. Масштаби та спрямованість інвазій чужорідних видів риб у найбільші ріки Європи /**Р. О. Новіцький,** Ю. В. Слинько // Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗДУ, 2010. Вип. 14, № 2. С. 150–163. (*Збір матеріалу, обробка одержаних даних, формулювання висновків*)

7. Новіцький Р. О. Нові види гідробіонтів-аутовселенців у Дніпровському водосховищі // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. 2010. № 2(43). С. 373–377.

8. Инвазии чужеродных рыб в бассейнах крупнейших рек Понто-Каспийского бассейна: состав, векторы, инвазионные пути и темпы / Ю. В. Слынько, Ю. Ю. Дгебуадзе, **Р. А. Новицкий**, О. А. Христов **//** Российский журнал биологических инвазий. 2010. № 4. С. 74–89. (*Збір матеріалу, обробка даних, участь у формулюванні висновків*)

9. Новіцький Р. О. Морфо-екологічна характеристика оселедця чорноморсько-азовського *Alosa pontica pontica* Дніпровського (Запорізького) водосховища /**Р. О**.**Новіцький**, О. В. Семенова // Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗДУ, 2010. Вип. 14, № 2. С. 204–214. (*Ідея дослідження, участь у плануванні досліджень, збір матеріалу, обробка даних, формулювання висновків*)

10. Invasions of alien fishes in the basins of the Largest Rivers of the Ponto-Caspian Basin: composition, vectors, invasion routes and rates / Yu. V. Slynko, Yu. Yu. Dgebuadze, **R. A. Novitskiy**, O. A. Kchristov //Russian Journal of Biological Invasions. 2011. Vol. 2 (1). Pp. 49–59. (*Збір матеріалу, обробка та аналіз даних, участь у формулюванні висновків*)

11. Новіцький Р. О. Характеристика придонного екологічного комплексу риб літоралі Дніпровського (Запорізького) водосховища /**Р. О. Новіцький**, В. В. Хобот // Біол. вісник МПДУ. 2011. Вип. 2. С.63–70. (*Ідея дослідження, обробка та аналіз даних, узагальнення результатів, формулювання висновків*)

12. Использование цитоскелетных молекулярных компонентов в качестве биомаркера состояния гидробионтов (на примере плотвы *Rutilus rutilus*) /**Р. А. Новицкий,** М. Г. Малик, В. С. Недзвецкий, Е. В. Сухаренко // Гидробіол. журнал, 2009. Т. 45, № 5. С. 81–88. (*Планування експерименту, збір матеріалу, участь в узагальненні результатів, формулювання висновків*)

13. Видовий склад іхтіофауни верхньої ділянки Канівського водосховища та пригирлової акваторії р. Десна /Ю. М. Ситник, П. Г. Шевченко, **Р. О. Новіцький**, А. В. Подобайло, С. М. Салій // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. 2012. Вип. 20 (2). С. 80–88. (*Збір матеріалу, узагальнення матеріалу, формулювання висновків*)

14. Сухаренко Е. В. Використання біомаркерів мозку донних риб для оцінки забруднення Керченської протоки Чорного моря / Е. В. Сухаренко, В. С. Недзвецкий, **Р. А. Новицкий** / Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Медицина. 2012. Вип. 3 (2). С. 81–88. (*Збір матеріалу, обробка даних, формулювання висновків*)

15. Новіцький Р. О. Аспекти поведінки сонячного окуня *Lepomis gibbosus* (*Perciformes, Centrarchidae*) в природних водоймах та в експерименті // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія (Біологічні системи). 2012. Т. 4. Вип. 4. С. 514–517.

16. Тіхонов А. В. До питання про особливості живлення судака *Stizostedion lucioperca* Дніпровського (Запорізького) водосховища /А. В. Тіхонов, **Р. О. Новіцький** // Питання біоіндикації та екології. Запоріжжя: ЗНУ, 2012. Вип. 17 (2). С. 90–98. (*Участь у плануванні досліджень, збір матеріалу, обробка даних, формулювання висновків*)

17. Son M. O. Recent state and mechanisms of invasions of exotic decapodes in Ukrainian rivers /M. O. Son, **R. A. Novitsky,** V. G. Dyadichko // Vestnik zoologii. 2013. Т. 47 (1). P. 59–64. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

18. Ретроспективний огляд формування складу іхтіофауни Шацьких озер / П. Г. Шевченко, Ю. М. Ситник, В. І. Матейчик, **Р. О. Новіцький** // Природа Західного Полісся та прилеглих територій: зб. наук. праць / за заг. ред. Ф. В. Зузука. Луцьк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2013. № 10. С. 149–155. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

19. Novitskiy R. A. Molecular Biomarkers of Al^{3+} Effects on Induction of Oxidative Stress and Cellular Reactivation in Organism of *Lepomis gibbosus* (Pisces: Centrarchidae) / **R. A. Novitskiy,** Ye. V. Sukharenko, V. S. Nedzvetskiy // Hydrobiol.

Journal. 2014. T. 50. Vol. 2. P. 41–50. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

20. Phylogeography and phenotypic diversity of the pumpkinseed sunfish *Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758) of the Northern Black Sea Coast /E. E. Slynko, **R. A. Novitsky,** M. R. Bangs, M. R. Douglas, M. E. Douglas, D. S. Khrystenko, A. N. Kasyanov, Y. V. Slynko // Russian Journal of Genetics. 2014. Vol. 50. Issue 12. P. 1285–1293. (*Планування експерименту, збір матеріалу, узагальнення результатів*)

21. Хобот В. В. Конкуренція представників родини Бичкові (*Gobiidae*) з іншими видами риб водойм Придніпров'я /В. В. Хобот, **Р. О. Новіцький,** Д. Л. Бондарєв // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія. 2014. Т. 22 (2). С. 110–114. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

22. Alien macroinvertebrates and fish in the Dnieper river basin /V. P. Semenchenko, M. O. Son, **R. A. Novitsky,** Yu. V. Kvatch, V. E. Panov // Russian Journal of Biological Invasions. 2015. Vol. 6. № 1. P. 51–64. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*).

23. Новицкий Р. А. Различные программы морфологического развития амурского чебачка *Pseudorasbora parva* Temminck et Schlegel, 1846 (*Cypriniformes: Cyprinidae*) в лотических и лентических екосистемах /**Р. А. Новицкий,** Д. С. Христенко, А. А. Котовская // Гидробиол. журнал. 2015. 51 (3). С. 77–87. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*).

24. Сучасна характеристика іхтіофауни каналу «Дніпро-Донбас» /**Р. О. Новіцький,** В. М. Кочет, О. О. Христов, В. Є. Кузора // Вестник Харьковского национального университета. Сер. Биология. 2015. Вып. 25. С. 191–195. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

25. Khrystenko D. S. Length-weight relationships and morphological variability of black-striped pipefish *Syngnathus abaster* Risso, 1827 in the Dnieper River Basin / D. S. Khrystenko, G. A. Kotovska, **R. A. Novitskiy** / Turkish journal of Fisheries and Aquatic sciences. 2015. Vol. 15 (3). P. 608–618. (*Узагальнення результатів і формулювання висновків*).

26. Novitsky R. A. The first records of Marmorkrebs [*Procambarus fallax* (Hagen, 1870) f. *virginalis*] (Crustacea, Decapoda, Cambaridae) in Ukraine /**R. A. Novitsky**, M. O. Son // Ecologica Montenegrina. 2016. 5. P. 44–46. (*Збір матеріалу, узагальнення результатів і формулювання висновків*)

27. Arbačiauskas K. Recent update of mysid (Mysida) species composition in the Dnieper Reservoir, South-Eastern Ukraine, a source of several crustacean invaders to European waters /K. Arbačiauskas, E. Šidagytė, **R. Novitskiy** // BioInvasions Records. 2016. Volume 5. Issue 1. P. 31–37. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*).

28. Checklist of non-native benthic macroinvertebrates and fish in the Dnieper River basin /V. Semenchenko, M. Son, **R. Novitskiy,** Yu. Kvatch, V. Panov // BioInvasions Records. 2016. Vol. 5. Issue 3. P. 185–187. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*).

Патенти

29. Сухаренко О. В. Спосіб визначення стану популяцій риб в умовах забруднення середовища іонами металів /О. В. Сухаренко, В. С. Недзвецький, **Р. О. Новіцький** // Патент України № 106145. Опублік. 25.07.2014. Бюл. № 14. (*Аналіз матеріалу, підготовка заявки*).

30. Сухаренко Е. В. Спосіб визначення стану риб в умовах техногенного забруднення /О. В. Сухаренко, В. С. Недзвецький, **Р. О. Новіцький** // Патент України № 106443. Опублік. 26.08.2014. Бюл. № 15. (*Аналіз матеріалу, підготовка заявки*).

Статті в інших виданнях

31. Відновна іхтіоекологія (реабілітація аборигенної іхтіофауни природних водойм України) // Гриб Й. В., Сондак В. В., Гончаренко Н. І., Куньчик Т. М., **Новіцький Р. О.,** Щербуха А. Я., Волкошовець О. В., Войтишина Д. Й. // під ред. Гриба Й. В., Сондака В. В. Рівне: Волинські обереги, 2008. 630 с. (*Планування досліджень, підготовка окремих розділів*).

32. Экзотические рыбы в водоемах Днепропетровской области /**Р. А. Новицкий,** В. Н. Кочет, О. А. Христов, И. П. Ущаповский // Рыбное хозяйство Украины. 2002. № 3–4. С. 16. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*).

33. Новицкий Р. А. Экспресс-анализ индивидуальной изменчивости и жизнестойкости рыб (морфологический подход) /Методи іхтіологічних досліджень: мат-ли І Всеукр. школи-семінару (Мелітополь, 20–22.09.2007 р.) // Бюл. іхтіол. спілки України. 2007. № 1. С. 37–41.

34. Новицкий Р. А. О натурализации чужеродных видов животных на Украине // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сб. науч. тр. / отв. ред. Н.А. Черных. Вып. 15. М.: РУДН, 2013. С. 114–117.

35. Новіцький Р. А. Особливості моніторингу раритетної іхтіофауни у водоймах степового Придніпров'я // В зб.: Інтегроване управління водними ресурсами /відп. редактор В.І. Щербак. К.: Держводекологія, 2014. С. 147–154.

36. Новіцький Р. О. Рекреаційне рибальство в Україні: масштаби, обсяги, розвиток // Екологія та природокористування: збірник наукових праць. 2015. Т. 19. С. 148–156.

Тези доповідей та короткі повідомлення

37. Новицкий Р. А. Об инвазии чужеродных видов в водоемах Украины //Экологической науке – творчество молодых: тез. III региональной научно-практ. конф. (Гомель, 25.04.2003 р.). Гомель: ГГУ, 2003. С. 60–61.

38. Новицкий Р. А. О находках китайского мохнаторукого краба *Eriocheir sinensis (Decapoda)* в днепровских водохранилищах // Вестн. зоологии. 2003. Т. 37. Вып. 3. С. 30.

39. Новіцький Р. О. Про реалізацію біомоніторингових заходів та охорону іхтіофауни на Каховському водосховищі // Екологія. Людина. Суспільство: тези VI Міжнар. науково-практ. конф. (Київ, 14–16.05.2003 р.). К.: НТУУ КПІ, 2003. С. 139–141.

40. Новицкий Р. А. Короткоцикловые рыбы в Днепровском водохранилище // Биоразнообразие и роль зооценоза в естественных и антропогенных

экосистемах: мат-лы II Междунар. конф. (Днепропетровск, 28–31.10.2003 г.). Д.: ДНУ, 2003. С. 65–66.

41. Новицкий Р. А. О кризисе хищных рыб в экосистеме Днепровского водохранилища /**Р. А. Новицкий,** М. М. Пикель, Ю. Н. Великожон // Проблемы природопользования, устойчивого развития и техногенной безопасности регионов: мат-лы 2-й Междунар. научно-практ. конф. (Днепропетровск, 1–3.10.2003 г.). Д.: ИППЭ НАНУ, 2003. С. 144–146. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

42. Новицкий Р. А. Об инвазии черноморско-азовской морской фауны в Днепровское (Запорожское) водохранилище //Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация: мат-лы II-й Междунар. научн. конф. студентов, аспирантов и мол. ученых, посвящ. 140-летию ОдНУ им. И.И. Мечникова. Одеса, 2005. С. 96.

43. Новицкий Р. А. К вопросу об инвазии чужеродных видов в фауну днепровских водохранилищ //Чужеродные виды в Голарктике (Борок-2): тез. II Междунар. Симпозиума (Борок, 27.09–1.10.2005 г.). Борок, 2005. С. 35–36.

44. Новіцький Р. О. Види-аутакліматизанти у складі іхтіофауни Дніпровського (Запорізького) водосховища // Біорізноманіття та роль зооценозу в природних і антропогенних екосистемах: Мат-ли III Міжнар. наукової конф. Д.: ДНУ, 2005. С. 84–85.

45. Новіцький Р. О. Сучасний стан раціонального використання водних живих ресурсів у водоймищах степового Придніпров'я /**Р. О**. **Новіцький**, О. О. Христов // Сучасні проблеми геоекології та раціонального природокористування лівобережної України: мат-ли Всеукр. наук.-практ. конф. Суми: СумДПУ, 2006. С. 236–241. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*).

46. Новіцький Р. О. Перша знахідка пуголовки зірчастої *Benthophilus stellatus stellatus* на середній течії р. Самара в Дніпропетровській області /**Р. О. Новіцький**, С. В. Білик, А. О. Міщенко // Вісник зоології. 2006. 40 (6). С. 528. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

47. Novitsky R.A. Invasion of alien animal species in Dniprovs'ke reservoir: urgent problem /**R. A. Novitsky,** O. A. Khristov // Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптація: мат-лы 3-й междунар. конф. молодых учених (Одесса, 15–18.05.2007 г.). Одесса: ОНУ, 2007. С. 257. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

48. Слынько Ю. В. Масштабы и направленность инвазий чужеродных видов рыб в крупнейшие реки Европы /Ю. В. Слынько, **Р. А. Новицкий,** Ю. Ю. Дгебуадзе // Зооценозис–2007: мат-лы 4-й Междунар. конф. Д.: ДНУ, 2007. С. 174–176. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

49. Research priorities for freshwater biodiversity in Ukraine /V. Gasso, **R. Novitsky,** S. Afanasyev, M. Son // Water for life: Research priorities for sustaining freshwater biodiversity. EPBRS Meeting. Executive summary. Brdo (Slovenija), 16–18.01.2008. P. 78. (*Планування експерименту, збір матеріалу, узагальнення результатів*)

50. Новіцький Р. О. Чужорідні (неаборигенні) види // В кн.: Екологічна енциклопедія: у 3-х т. /Редколегія: А. В. Толстоухов (голов. ред.) та ін. К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2008. Т. 3: О–Я. С. 370.

51. Новіцький Р. О. Бичок пуголовка Браунера *Benthophiloides brauneri* Beling et Iljin, 1927 (Gobiidae, Perciformes) – новий вид іхтіофауни Дніпровського (Запорізького) водосховища /**Р. О. Новіцький,** О. О. Христов, Д. Л. Бондарєв // Вісник зоології. 2008. 42 (6). С. 524. (*Збір матеріалу, узагальнення результатів*)

52. Булахов В. Л. До питання про сучасну систематику надкласу Pisces (Риби) /В. Л. Булахов, **Р. О. Новіцький** // Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології: тези І Міжнар. іхтіол. науково-практ. конф. Канів. 2008. С. 24–26. (*Збір матеріалу, узагальнення результатів*)

53. Удовик О. Г. Особливості морфометричних характеристик риб-вселенців Дніпровського (Запорізького) водосховища /О. Г. Удовик, **Р. О. Новіцький** // Тези доповідей конференції молодих дослідників-зоологів – 2009 (м. Київ, 8–9.04.2009 р.). К.: ІЗАН України, 2009. (Зоологічний кур'єр, № 3). С. 56–57. (*Збір матеріалу, узагальнення результатів*)

54. Новіцький Р. О. Кадастрова характеристика іхтіофауни Дніпропетровщини у монографічній серії «Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область» //Сучасні проблеми теоретичної та практичної іхтіології: тези ІІ Міжнародн. іхтіол. науково-практ. конф. Севастополь. 2009. С. 115–118.

55. Novitsky R. A. Morho-ecological features of alien hydrobionts in the Dnieper reservoirs //Invasion of Alien Species in Holarctic. Borok-3: Book of abstracts of the III International Symposium. Yaroslavl: Print-House Publ. Co. 2010. P. 74.

56. Характеристика степени токсичности поллютантов путем оценки состояния цитоскелета глиальных клеток /М. Г. Малик, Е. В. Сухаренко, В. С. Недзвецкий, **Р. А. Новицкий** // Теоретические и прикладные проблемы современной науки и образования: Мат-лы Междунар. научно-практ. конф. Ч. 1. Курск, 2011. С. 139–143. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

57. Novitsky R. Alien species in Ukraine: base area development for wining Europe? // NATO advanced Research Workshop (ARW): Environmental and food security and safety in Southeast Europe and Ukraine. Abstracts. Dnipropetrovsk, 16–19 May, 2011. P.91.

58. Новіцький Р. О. Натуралізация чужорідних видів в Україні: освоєння плацдарму для захоплення Європи?// Теоретичні та практичні аспекти оології в сучасній зоології: мат-ли IV Міжнар. науково-практ. конф. (Київ – Канів, 5–8.10.2011 р.). К.: Фітосоціоцентр, 2011. С. 60–63.

59. Хобот В. В. Характеристика угруповань придонного екологічного комплексу риб літоралі Дніпровського (Запорізького) водосховища /В. В. Хобот, **Р. О. Новіцький,** О. О. Христов // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: мат-ли VI Міжнарод. наук. конф. Д.: Вид-во ДНУ, 2011. С. 153–155. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

60. Новіцький Р. О. *Alosa pontica pontica* (Eichwald, 1838) Оселедець чорноморсько-азовський //Червона книга Дніпропетровської області. (Тваринний світ). Д.: ТОВ «Новий друк», 2011. С. 258.

61. Новіцький Р. О. *Sander volgensis* (Gmelin, 1789) Берш //Червона книга Дніпропетровської області. (Тваринний світ). Д.: ТОВ «Новий друк», 2011. С. 281.

62. Новіцький Р. О. *Percarina demidoffii* Nordmann, 1840 Перкарина //Червона книга Дніпропетровської області. (Тваринний світ). Д.: ТОВ «Новий друк», 2011. С. 282.

63. «Червонокнижні» види риб Дніпровського водосховища та його придаткових водойм /**Р. О. Новіцький,** Д. Л. Бондарєв, І. С. Караваєва, С. А. Шаповал // Сучасні проблеми біології, екології та хімії: збірка мат-лів III Міжнар. конф, присвяченої 25-річчю біол. факультету ЗНУ. Запоріжжя: Сору Art, 2012. С. 482–483. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

64. Новицкий Р. А. Эколого-экономические последствия инвазий чужеродных рыб в Украине// Современные проблемы зоологии позвоночных и паразитологии: мат-лы IV Междунар. научн. конф. «Чтения памяти проф. И.И. Барабаш-Никифорова». Воронеж: Изд-во ВГУ, 2012. С. 152–156.

65. Новіцький Р. О. Аспекти поведінки сонячного окуня *Lepomis gibbosus* (*Perciformes, Centrarchidae*) в природних водоймах та в експериментальних умовах /**Р. О. Новіцький,** М. О. Зоріна // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: мат-ли V міжнар. іхтіол. наук.-практичної конф. (Чернівці, 13–16.09.2012 р.). Чернівці: Книги-ХХІ, 2012. С. 176–179. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

66. Новицкий Р. А. Натурализация видов-расселенцев в водохранилищных экосистемах Волги и Днепра //Бассейн Волги в XXI веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ: мат-лы докл. Всерос. конф. (Борок, 22–26.10.2012 г.). Ижевск: издатель Пермяков И. А., 2012. С. 195–197.

67. Son M. O. Expansion of euryhaline exotic decapodes, *Rhithropanopeus harrisii, Eriocheir sinensis* and *Macrobrachium nipponense* in Ukrainian rivers /M. O. Son, **R. O. Novitsky**, V. G. Dyadichko // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сборник лекций и докладов Междунар. школы-конф. (Борок, 5–9.11.2012 г.). Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. С. 281–284. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

68. Новіцький Р. О. Чужорідні види риб в складі корму сірої чаплі (Ardea cinerea L.) на Дніпровському (Запорізькому) водосховищі /**Р. О. Новіцький,** М. В. Вовк // Вісник зоології. 2012. Т. 46 (6). С. 498. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

69. Non native macroinvertebrates and fishes of the Dnieper river basin /V. P. Semenchenko, M. O. Son, **R. A. Novitsky,** V. E. Panov // I. D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS; Ed. Yu. Yu. Dgebuadze [et al.]. Borok: IBIW, 22–28.09.2013. Publisher's bureau «Filigran», Yaroslavl, 2013. P. 152. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

70. Novitskiy R. A. Transformation of ichthyocenosis of natural and artificial water reservoirs of Ukraine as a result of invasion of alien fish species // Invasion of alien species in Holarctic: Programme & Book Of Abstracts The IV International Symposium / I. D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution Rus-sian Academy of Sciences; Ed. Yu. Yu. Dgebuadze [et al.]. Borok: IBIW, 22–28.09.2013. Publisher's bureau «Filigran», Yaroslavl, 2013. P. 124.

71. Хобот В. В. Конкурентні взаємовідносини представників родини Бичкові (Gobiidae) з іншими видами риб водойм Придніпров'я /В. В. Хобот, **Р. О. Новіцький,** Д. Л. Бондарєв // Современные проблемы теоретической и практической ихтиологии: мат-лы VI Междунар. ихтиол. научно-практ. конф. Тернополь: ТПГУ, 2013. С. 284–287. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

72. Novitskiy R. A. On maximum length and weight of the Stone moroco *Pseudorasbora parva* Temminck et Schlegel, 1846 (Cypriniformes: Cyprinidae) in freshwaters of Ukraine // Биоразнообразие и роль животных в экосистемах: мат-лы VII Междунар. научн. конф. Д.: Адверта, 2013. С. 108–109.

73. Сухаренко О. В. Молекулярні біомаркери ефектів іонів алюмінію на клітини печінки та мозку сонячного окуня *Lepomis gibbosus* /О. В. Сухаренко, **Р. О. Новіцький,** В. С. Недзвецький / Актуальні проблеми сучасної біохімії та клітинної біології: мат-ли II Міжнар. конф. (Дніпропетровськ, 24–25.09.2013 р.). Д.: ДНУ, 2013. С. 110. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

74. Сухаренко Е.В. Биомаркеры эффектов ионов алюминия на состояние клеток печени и мозга солнечного окуня (*Lepomis gibbosus*) /Е. В. Сухаренко, **Р. А. Новицкий,** С. В. Кириченко // Актуальные проблемы общества, науки и образования: современное состояние и перспективы развития: мат-лы междунар. научно-практ. конф. 23-24 января 2014 г. // под ред. Ю.В. Фурмана и др. М.: Изд-во «Перо», 2014. С. 407–409. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

75. Сучасний склад іхтіофауни озер Шацького національного природного парку та деякі аспекти його формування (1947–2012 рр.) /П. Г. Шевченко, Ю. М. Ситник, В. І. Матейчик, **Р. О. Новіцький** // Національні природні парки – минуле, сьогодення, майбутнє: мат-ли Міжнар. наук.-практ. конф. до 30-річчя створення Шацького національного природного парку (Світязь, 23–25.04.2014 р.). К.: ЦП «Компринт», 2014. С. 516–520. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

76. Мойсеева Я. С. О мониторинге раритетной ихтиофауны в водоемах степного Приднепровья /Я. С. Мойсеева, **Р. А. Новицкий** // Проблеми функціонування та підвищення біопродуктивності водних екосистем: мат-ли Міжнар. наук.-практ. дистан. конф., присвяченій 110-річчю з дня народження проф. Г.Б. Мельникова (Дніпропетровськ, 24–25.04.2014 р.). Д., 2014. С.70–72. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

77. Новіцький Р. О. Про використання різних методів і способів відлову риб в іхтіологічних дослідженнях // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: матеріали VII Міжнародної іхтіологічної науково-практичної

конференції (Мелітополь-Бердянськ, 10–13.09.2014 р). / ред. В.О. Демченко и др. Херсон: Грінь Д.С., 2014. С. 179–185.

78. Новіцький Р. О. До питання про сучасний стан раритетних видів круглоротих і риб Дніпропетровської області // Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: мат-ли ІІ Міжнар. науково-практ. конф. (Путила, 24–25.04.2015 р.). / відп. ред. І. В. Скільський. Чернівці: Друк Арт, 2015. С. 352–356.

79. Аналіз сучасного стану іхтіофауни гідротехнічного каналу «Дніпро-Донбас» /**Р. О. Новіцький,** В. М. Кочет, О. О. Христов, П. Г. Шевченко **//** Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: мат-ли VIII Міжнар. іхтіол. наук.-практ. конф. (Херсон, 17–19.09.2015 р.). Херсон: Грінь Д. С., 2015. С. 142–146. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

80. Новіцький Р. О. Впровадження європейського досвіду організації рекреаційного рибальства на рибогосподарських водоймах України // Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід для України: мат-ли Міжнар. наук.-практ. конф. (Житомир, 17–18.11.2015 р.) Житомир: ЖНАУ, 2015.С.34–36.

81. Arbačiauskas K. Recent mysid fauna (Mysida) of the Dnieper reservoir, South-Eastern Ukraine /K. Arbačiauskas, **R. Novitskiy** // Zoocenosis–2015: Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: мат-ли VIII Міжнар. наук. конф. (Дніпро, 21–23.12.2015 р.). Д.: РВВ ДНУ ім. О. Гончара, 2015. С. 67–68. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

82. Новіцький Р. О. Перспективи впровадження біомеліоративних робіт на гідротехнічних каналах України (на прикладі каналу «Дніпро–Донбас») // Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства: тези Міжнар. науково-практ. конф. (Дніпро, 19–20.05.2016 р.). Д.: ДДАЕУ, 2016. С. 33–35.

83. Novitskiy R.O. Changes of the fish fauna functional structure within Steppe zone by affect of anthropogenic factors // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: мат-ли ІХ Міжнар. іхтіол. науково-практ. конф. (Одеса, 14–16.09.2016 р.). С. 190–193.

84. Новіцький Р. О. Нові знахідки безхребетних і риб в межах майбутнього регіонального ландшафтного парку «Дніпрові пороги» // Регіональні аспекти флористичних і фауністичних досліджень: мат-ли IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Путила, 28–29.04.2017 р.). Чернівці: Друк Арт, 2017. С. 233–234.

85. Гончаров Г. Л. Адвентивні види риб у басейні річки Сіверський Донець /Г. Л. Гончаров, **Р. О. Новіцький** // Фауна України на межі XX–XXI ст. Нові концепції зоологічних досліджень: тези доповідей Всеукраїнської зоологічної конф. (Харків, 12–16.09.2017 р). С. 101–102. (*Обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

86. Новицкий Р. А. Первая находка перкарины черноморской *Percarina demidoffii* (Percidae, Perciformes) в Днепровском водохранилище (р. Днепр) /**Р. А. Новицкий,** Л. Г. Манило // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: мат-ли Х Міжнар. іхтіол. науково-практ. конф. (Київ, 19–21.09.2017 р.). Херсон: ФОП Гринь Д.С., 2017. С. 257–263. (*Ідея досліджень, збір, обробка та аналіз матеріалу, формулювання висновків*)

87. Новіцький Р.О. Вміст важких металів у рибах-планктонофагах (аборигенах і вселенцях) Дніпровського (Запорізького) водосховища /**Р. О. Новіцький,** Ю. М. Ситник, А. П. Мельник // Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології: мат-ли X Міжнар. іхтіол. науково-практ. конф. (Київ, 19–21.09.2017 р.). Херсон: ФОП Гринь Д.С., 2017. С. 250–257. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу*, *формулювання висновків*)

88. Новіцький Р.О. Використання нових молекулярних біомаркерів стану гідробіонтів у штучних і природних водоймах /**Р. О. Новіцький,** В. О. Сапронова // Іхтіологія та морфологія – наукова та практична основа рибництва: тези наук.-прак. конф. (Біла Церква, 24.10.2017 р.). Біла Церква: БНАУ, 2017. С. 50–51. (*Ідея досліджень, збір*, *обробка та аналіз матеріалу*, *формулювання висновків*)

89. Novitskiy R.O. About the first record of Common Percarina (Percidae, Perciformes) in the Dniprovs'ke (Zaporizhs'ke) reservoir /**R. O. Novitskiy,** L. G. Manilo // Zoocenosis–2017. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: тези IX Міжнар. наук. конф. Дніпро: ДНУ, 2017. С. 45–46. (*Збір, обробка та аналіз матеріалу*, *формулювання висновків*)

ПОДЯКИ

Автор висловлює щиру вдячність за підтримку науковому консультанту роботи – члену-кореспонденту НАН України, д. б. н. Б. Г. Александрову (Інститут морської біології НАН України, Одеса), д. б. н. О. В. Жукову (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро), к. б. н. Д. С. Христенко та Ю. М. Ситнику (Інститут рибного господарства НААН України, Київ). Автор вдячний за допомогу у визначенні зоологічного матеріалу к.б.н. Л. Г. Манило (Національний науково-природничий музей НАН України, Київ), к. б. н. М. О. Сону (Інститут морської біології НАН України, Одеса), к. б. н. Кестутісу Арбачаускасу (Центр природничих досліджень, Вільнюс, Литва), член-кореспонденту Національної академії наук Білорусі, д. б. н. В. П. Семенченку (НПЦ НАН Білорусі, Мінськ), а також колективам кафедри зоології та екології ДНУ імені О. Гончара та кафедри водних біоресурсів та аквакультури ДДАЕУ за постійну неоціненну підтримку.

Анотація

Новіцький Р. О. Масштаби, спрямованість та наслідки інвазій чужорідних видів риб у дніпровські водосховища. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук зі спеціальності 03.00.10 – Іхтіологія. – Інститут гідробіології НАН України, Київ, 2019.

Дисертаційна робота присвячена з'ясуванню наслідків інвазій для структури та функціонування іхтіоценозів дніпровських водосховищ, визначенню масштабів, спрямованості сучасного інвазійного процесу у водосховищних екосистемах України. Вперше проведена інвентаризація чужорідних видів риб у каскаді дніпровських водосховищ, з'ясовані зміни структури іхтіоценозів внаслідок впливу інвазій. Основною водоймою-донором для дніпровських водосховищ є Чорне море, водночас водосховища каскаду виступають донорами понто-каспійської фауни для

р. Прип'ять і Верхнього Дніпра, та для басейну р. Сіверський Донець через канал «Дніпро-Донбас». Ключовими моментами у розповсюдженні понто-каспійських видів у басейні Дніпра стали будівництво водосховищ і системи каналів, «лімнізація» ріки та глобальні заходи з акліматизації кормової для риб понто-каспійської фауни у водосховища. Успіх інвазій чужорідних видів обумовлений також змінами структури іхтіофауни під впливом антропогенних чинників. Знайдено, що у дуже трансформованих та деструктивних екосистемах значення зоофагів зростає, що пояснюється утворенням значної біомаси зообентосу.

Доведено, що чужорідний вид *Lepomis gibbosus* має два вектори розповсюдження по каскаду: з пониззя Дніпра – у Каховське водосховище і з Дніпровського – у Кам'янське. Філогеографічний аналіз популяцій цього виду з Дніпра, Дністра і Дунаю на основі аналізу мінливості локуса *cyt b* мтДНК засвідчив, що *Lepomis gibbosus* із Дніпровського водосховища походить з водойм басейну верхів'я р. Потомак, США ($p \geq 0{,}99$).

Вперше проаналізовані взаємовідносини аборигенних видів риб з видами-інвайдерами. Доведено, що для чужорідних видів властивий агресивний характер освоєння нових стацій, значна трофічна та біотопічна конкуренція з нативними видами. Визначено, що найбільший інвазійний потенціал у басейні Дніпра мають 4 чужорідні види риб: *Carassius auratus gibelio, Pseudorasbora parva, Lepomis gibbosus* і *Perccottus glenii*, які формують так званий «Чорний» список видів (Black List) у дніпровських водосховищах. Розроблена система моніторингу інвазійного процесу у водоймах України, яка включає аналіз інвазійного процесу, оцінку стану угруповань та популяцій чужорідних видів, з'ясування наслідків екосистемних змін, оцінку екологічних ризиків, прогнозування нових інвазій, прийняття управлінських рішень щодо охорони та раціонального використання водних біоресурсів.

***Ключові слова*:** чужорідні види риб, інвазії, вектори інвазій, експансія, вселення, Дніпро, водосховища.

Аннотация

Новицкий Р. А. Масштабы, направленность и последствия инвазий чужеродных видов рыб в днепровские водохранилища. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.00.10 – Ихтиология. – Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, 2019.

Диссертационная работа посвящена выяснению структуры ихтиоценозов днепровских водохранилищ, их структуры и функционирования, определению масштабов, направленности современного инвазионного процесса в водохранилищах Украины. Впервые для каскада днепровских водохранилищ проведена инвентаризация чужеродных видов рыб, определены изменения структуры ихтиоценозов в результате инвазий. На современном этапе в бассейне Днепра из 36 чужеродных рыб натурализованными являются 24 вида инвайдеров и саморасселенцев. Основным водоемом-донором для днепровских водохранилищ выступает Черное море. Вводохранилища каскада являются донорами понто-каспийской фауны для р. Припяти и Верхнего Днепра, а также для бассейна р. Северский Донец через канал «Днепр-Донбасс». Ключевыми моментами в распространении понто-каспийских видов рыб в бассейне Днепра стало строительство водохранилищ и системы каналов, «лимнизация» реки и глобальные

мероприятия по акклиматизации кормовой для рыб понто-каспийской фауны в новых для них водохранилищных условиях. Успех инвазий чужеродных видов обусловлен также изменениями функциональной структуры ихтиофауны под влиянием антропогенных факторов. Найдено, что в сильно трансформированных и деструктивных экосистемах значение зоофагов возрастает. Это объясняется образованием значительной биомассы зообентоса (особенно олигохет).

Доказано, что чужеродный *Lepomis gibbosus* имеет два вектора распространения по каскаду: из низовьев Днепра – в Каховское водохранилище и из Днепровского – в Каменское. Филогеографический анализ популяций *L. gibbosus* из Днепра, Днестра и Дуная, проведенный на основе анализа изменчивости локуса *cyt b* мтДНК, показал, что *Lepomis gibbosus* из Днепровского водохранилища происходит из водоемов бассейна верховьев р. Потомак, США ($p \geq 0{,}99$).

Впервые проведен анализ взаимоотношений аборигенных видов рыб с видами-инвайдерами. Доказано, что чужеродным видам присущ агрессивный характер осваивания новых стаций и значительная трофическая и биотопическая конкуренция с аборигенными видами. Наибольший инвазионный потенциал в бассейне Днепра имеют 4 чужеродные вида: *Carassius auratus gibelio, Pseudorasbora parva, Lepomis gibbosus* и *Perccottus glenii*, которые формируют так называемый «Черный» список видов (Black List).

Разработана система мониторинга инвазионного процесса в водоемах Украины, которая включает анализ инвазий, оценку состояния сообществ и популяций чужеродных видов, выяснение последствий экосистемных изменений, оценку экологических рисков, прогнозирование новых инвазий, принятие управленческих решений по охране и рациональному использованию водных биоресурсов.

***Ключевые слова*:** чужеродные виды рыб, инвазии, векторы инвазий, экспансия, интродукция, Днепр, водохранилища.

Summary

Novitskiy R.A. Scale, direction and consequences of alien fish species invasions in the Dnieper reservoirs. – Manuscript.

Thesis for the Degree of Doctor of Biological Science by specialty 03.00.10 – Ichthyology. – Institute of Hydrobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the study of the ichthyocenosis structure of the Dnieper reservoirs and their subordinate system that change under influence of alien fish species invasions. We determinate the scale, direction and consequences of the modern invasive process in the reservoir ecosystems of Ukraine. Novelty of this research consists in the next - for the first time an inventory of alien fish species has been carried out in the cascade of the Dnieper reservoirs and the structure of the ichthyocenoses these reservoirs as a result of invasions has been determined. Today, 24 types of invaderfish and settled by oneself are naturalized in the Dnieper basin from 36 alien fish being there.

It is proved that the invasion, naturalization and distribution of alien species in the Dnieper reservoirs are an overall ecological process. The main water basin delivering alien fish for the Dnieper reservoirs is the Black Sea, and so we call it fish donor. The reservoirs of the cascade in turn act as donors of the Ponto-Caspian fauna for the river Pripyat and the Upper Dnieper (Kyivske Reservoir), for the basin of the river Siverskiy

Donets (Kamyanske Reservoir and the Dnepr-Donbass Canal). It is proved that the Dnepr-Donbass channel is a transit water way for the promotion of alien species from the Dnipro Basin to the basins of Seversky Donets and Don.

The construction of reservoirs and canal systems, the "limnization" of the river due to its transformation into a cascade of reservoirs and also global actions to acclimatize many species of Ponto-Caspian fauna fodder for fish in new for them reservoir conditions became the key moments in the distribution of Ponto-Caspian species in the Dnieper Basin. The success of invasions of alien species is also caused by changes in the functional structure of the ichthyofauna under the influence of anthropogenic factors.

By the degree of transformation we distinguish the following aquatic ecosystems: *medium-transformed*, where there is a partially disrupted operation mode, but some features of the original system still exist; *highly-transformed*, where the river system is regulated, it has lost the properties of the outgoing habitats of biota with violation of biocenosis and population relationships, and *destructive*, where aquatic and terrestrial ecosystems are affected by direct influence of a number of factors, especially man-made (pollution, change of channels in the formation of quarries, etc.) and it is impossible to return to the initial state without the use of special works.

In conditions created in the aquatic ecosystems of the Dnieper, relatively normal structural and functional indicators are maintained only in the medium-transformed ecosystems. The basis is zoophages (69.4%) with a marked role of predators (15.4%) and phytophages (11.7%). In highly-transformed ecosystems the value of zoophages increases by 1.2%, in destructive ones by 1.3 times. The value of phytophages and polyphages is reduced. The increase in the number of zoophages is due to the formation of a significant biomass of zoobenthos - especially oligochaetes, which development in contaminated areas remains.

Reophylic groups in the medium-transformed systems are kept at a very low level - only 6.7%, while in small rivers with a little-transformed ecosystem - within 30-40%. In highly-transformed and destructive ecosystems they are completely absent. In such ecosystems only limnophilic groups remain.

Anthropogenic transformation of small rivers of the Dnipro tributaries has led to a violation of the structure and integrity of ichthyocenoses. Fish groups are impoverished, trophofunctional structure is disturbed, monodominance of zoophages and absolute monodominance of limnophiles are increasing. The proportion of low-value and non-industrial species is increasing, and in the future they are completely dominant. Obviously, after a sharp destructive "jump" in technogenesis in the 1950-1960s, which led to simplification of the faunal and functional structure of ichthyotsenoses, the fish groups formed relatively stable adaptation. But the increase in technogenical impact on aquatic ecosystems in the 1980s and 1990s has undermined this weak adaptive stability.

It has been detected that more than 50% of alien fish species in the Dnieper basin now have Ponto-Caspian origin, with a significant proportion of Asian species, and also alien fish species are being delivered from the Northern Europe region.

An analysis of the species composition of fish-invaders indicates that the number of species is decreasing upstream. The process of self-resetting of species up the cascade of reservoirs of the Dnieper is the main vector of distribution of fish.

In the lower part of the Dnieper, where the Pontic-Caspian fauna is aboriginal, the introduction of alien species is mainly associated with navigation, especially with the discharge of ballast waters. An important role in the Dnipro reservoirs belongs to periodic directed introduction of certain species.

Since the late 1980s, fish invasion into the Dnieper basin has been characterized by explosive massive expansion, which occurs with acceleration. For the period from 2000 to 2007, the species composition of the Dnipro ichthyofauna has grown more than 2 times compared to the previous period of existence of the studied river.

It is proved that the alien species of fish of the Dnieper reservoirs – *Lepomis gibbosus* has two vectors of distribution along the cascade: from the lower reach of the Dnieper to the Kakhovka reservoir and from the Dniprovske reservoir to the Kamyanske reservoir. Phylogeographic analysis of the populations of *Lepomis gibbosus* in the Dnieper, Dniester and Danube was conducted on the basis of the variability analysis of the cyt b mtDNA locus. It was determined with highly level of reliable ($p \geq 0,99$) that *L. gibbosus* from the Dnieper reservoir is origin from the area of the secondary range of population - waters basin of the upper reaches of the river Potomac (USA).

The example of alien species *Pseudorasbora parva* and *Lepomis gibbosus* shows the fish adaptation to habitats in the lotic and lentic ecosystems. It was shown that in the Kremenchugske and Dniprovske reservoirs fish with "lake-like" types of development are characterized by a higher body, which is necessary for the rapid release from the press of small predators.

For the first time an analysis of the relationship between native fish species and species-invaders was carried out for the cascade of the Dnieper reservoirs. It has been proved that alien species have an aggressive character of adaptation to the new living conditions and more significant trophic and biotopic potential comparing with native species.

The invasive strategies of alien species in the Dnipro reservoir have been investigated. The propagation velocity of *Neogobius melanostomus, Syngnathus abaster, Lepomis gibbosus* in the Dnipro reservoirs and their tributaries is calculated.

It is shown that one of the consequences of the animal population transformation as a result of invasions is the fauna homogenization in reservoirs. The consequence of such homogenization may be the loss of ecosystem stability to any natural and anthropogenic impacts. Analysis of the dynamics of the change in the share of common species of fish in the ichthyofauna of Kakhovske and Dniprovske reservoirs showed that the similarity of ichthiofaunas of these reservoirs increased from 68% to 82% over the thirty years.

The greatest invasive potential of the Dnieper Basin belongs to alien species *Carassius auratus gibelio, Pseudorasbora parva, Lepomis gibbosus, Perccottus glenii*.

A system for monitoring the invasive process in Ukraine's water basins has been developed. It includes the analysis of the invasive process, assessment of the state of communities and populations of alien species, research of consequences ecosystem changes, assessment of environmental risks, prognosis of new invasions, creation of database for management of the aquatic biological resources protection and rational use.

At the state level it is proposed to introduce National and regional programs for the prevention of the spread of invasive species.

***Keywords*:** alien fishes, invasions, vectors of invasions, expansion, introduction, Dnieper, reservoirs.

Підписано до друку 3.04.2019. Формат 60х84 1/16.
Папір офсетний. Друк різографічний.
Умов.-друк. арк. 1,86. Наклад 100 прим.
Зам. № О_219.
Віддруковано в ТОВ «Роял Принт»
вул. В. Ларіонова, 145, м. Дніпропетровськ, 49052
тел. (056) 794-61-04(05)
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 4765 від 04.09.2014