

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БЕЛАРУСИ ПО БИОРЕСУРСАМ»

Объект авторского права

УДК: 597.551.4:591.65(28)(476)

ОХРЕМЕНКО
Юлия Ивановна

**АМЕРИКАНСКИЕ СОМИКИ РОДА *AMEIURUS* В БЕЛАРУСИ:
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ФИЛОГЕОГРАФИЯ И
СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

по специальности 03.02.04 – зоология

Минск, 2024

Научная работа выполнена в Государственном научно-производственном объединении «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам»

Научный руководитель:

Гайдученко Елена Сергеевна

кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией ихтиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»

Официальные оппоненты:

Кулеш Виктор Федорович

доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биологии и методики преподавания биологии учреждения образования «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка»

Ковалева Оксана Владимировна

кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой экологии учреждения образования «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины»

Оппонирующая организация:

Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

Защита состоится «16» января 2025 г. в 14.00 часов на заседании Совета по защите диссертаций Д 01.32.01 при ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам» по адресу: г. Минск, ул. Академическая, 27; тел. +375 (17) 243-85-32; факс +375 (17) 304-15-93; e-mail: zoology@biobel.by

С диссертацией можно ознакомиться в совете по защите диссертаций Д01.32.01 при ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам».

Автореферат разослан « 6 » декабря 2024 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат биологических наук,
доцент



И.А. Соловей

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших и наименее изученных факторов, вызывающих изменение состояния водных экосистем, является интродукция чужеродных видов (Lodge, 2000; Mack, 2000). Менее чем за одно столетие в Европу интродуцированы неаборигенные виды рыб, как преднамеренно, так и случайно (Copp, 2005; Семенченко, 2006). Чужеродные виды влияют на структуру гидробиоценоза через конкуренцию за пищевые ресурсы, хищничество, привнесение специфической паразитофауны, и другими способами, нарушая сложившиеся природные взаимодействия (Crivelli, 1995; Mieczan, 2022; Rabitsch, 2013).

Виды рода *Ameiurus* – американский (коричневый) сомик *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) и американский (черный) сомик *Ameiurus melas* (Rafinesque, 1820) являются инвазивными на территории Европы. Естественный ареал видов – пресные воды Северной Америки от области Великих Озер до Флориды.

Визуально *A. nebulosus* и *A. melas* трудно отличимы между собой, ввиду чего американские сомики, впервые отловленные в водоемах Франции, Италии и Румынии, были ошибочно идентифицированы как *A. nebulosus*, являясь при этом *A. melas* (Bănărescu, 1968). Имеются отдельные работы исследователей из сопредельных стран, показывающие совместное обитание *A. nebulosus* и *A. melas*, и приводящие современные идентификационные ключи для точного определения данных видов (Movchan, 2014; Nowak, 2010; Cvijanovic', 2012). Также, по имеющимся опубликованным данным, известны случаи гибридизации между *A. nebulosus* и *A. melas* что, с одной стороны, затрудняет точную видовую идентификацию, а с другой стороны, требует дополнительных мониторинговых исследований инвазионного потенциала данных видов вне естественного ареала (Scott, Crossman, 1973; Rutkavova, 2008; Beres, 2017). Проведенные ранее молекулярные таксономические исследования были направлены только на идентификацию видов семейства Ictaluridae, к которому относятся виды рода *Ameiurus*, посредством ДНК-баркодинга (Aguilar, 2017; April, 2013; Hubert, 2008; Zangl, 2022; Geiger, 2014). В ряде случаев был уточнен видовой статус представителей рода *Ameiurus*, обитающих в водоемах естественного ареала (Walter, 2014; Hunnicutt, 2005).

На территории Беларуси американский сомик появился в конце XIX столетия в оз. Ореховское, бассейн р. Западный Буг куда был выпущен с целью разведения. К настоящему времени фрагментарные исследования биологии американского сомика в отдельных водоемах юго-запада Беларуси проведены М.Е. Макушом в 1951 г. (Макушок, 1951). Исследования по

морфометрии, распространению, способам и направлениям дальнейшей инвазии рыб рода *Ameiurus* на территории Беларуси не проводились. Также нет исследований по таксономической принадлежности рыб рода *Ameiurus*, обитающих на территории Беларуси, отсутствуют исследования генетического разнообразия, филогеографических и филогенетических взаимосвязей между инвазивными популяциями, обитающими в водных объектах Беларуси, и популяциями естественного ареала.

Расселение видов рода *Ameiurus* вне естественного ареала приводит к разноплановым негативным воздействиям на аборигенную ихтиофауну. К основным таким воздействиям относятся: пищевая конкуренция и выедание икры аборигенных видов рыб, что в конечном итоге приводит к существенному сокращению численности и видового разнообразия ихтиофауны (Rechulicz, Plaska, 2018). Ввиду перечисленных причин изучение биологии и дальнейшего распространения американских сомиков рода *Ameiurus* на территории Республики Беларусь является актуальным.

При этом, как показано выше, в настоящий момент имеются фрагментарные исследования распространения и биологии *A. nebulosus* (как и всего рода *Ameiurus*) в Европе, которые не позволяют составить целостную картину современного состояния рода.

Таким образом, отсутствие исследований американских сомиков рода *Ameiurus* на территории Беларуси с комплексным применением зоологических и молекулярно-генетических методов обусловили тему данной диссертационной работы.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами, темами. Тема диссертационной работы соответствует приоритетному направлению научных исследований Республики Беларусь на 2021-2025 годы, утвержденных Указом Президента Республики Беларусь от 07 мая 2020 г. № 156, пункт 3 – «Энергетика, строительство, экология и рациональное природопользование: атомная энергетика, ядерная и радиационная безопасность» подпункт 7 «Рациональное использование, воспроизводство и управление ресурсами растительного и животного мира, лесными и водными ресурсами».

Настоящая работа выполнена в лаборатории ихтиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» в рамках подзадания «Пространственно-биотопическое распределение чужеродных видов рыб на участке Припять-Днепробугский канал-Мухавец» задания 2.05 «Оценка угроз и разработка системы рисков от внедрения инвазивных видов в нативные сообщества как элемент экологической безопасности Республики Беларусь» (2016-2020 гг.,

ГПНИ «Природопользование и экология», подпрограмма 2 «Биоразнообразие, биоресурсы, экология», № ГР 2160494); задания 3.2.2 «Классифицировать чужеродные виды диких животных по типу и уровню их воздействия на биологическое разнообразие и благосостояние населения Республики Беларусь на основе требований IUCN EICAT конвенции о сохранении биологического разнообразия и Международного союза охраны природы SEICAT для выделения наиболее опасных видов» (2021-2023 гг., ОНТП «Интродукция инвазий», подпрограмма 2 «Инвазионные процессы», № ГР 20220094); «Современное распространение и генетическое разнообразие представителей рода *Ameiurus* (кошачьи сомы) водных объектов Беларуси» (проект БРФФИ, 2023–2025 гг., № ГР 20230965).

Цель и задачи исследования. Цель исследования: уточнить видовую принадлежность, определить современное распространение, дать комплексную морфометрическую и размерно-возрастную характеристику и оценить генетическое разнообразие американских сомиков рода *Ameiurus*, обитающих в водных объектах Беларуси.

Задачи исследования:

1. С использованием зоологических и молекулярно-генетических методов исследования уточнить видовую принадлежность американских сомиков рода *Ameiurus*, обитающих в водных объектах Беларуси;
2. Установить современную область распространения и пути расселения американских сомиков рода *Ameiurus* на территории Беларуси;
3. Дать морфометрическую и размерно-возрастную характеристику американских сомиков рода *Ameiurus* в водных объектах Беларуси;
4. Проанализировать филогеографическую структуру, оценить генетическое разнообразие и изменчивость популяций американских сомиков рода *Ameiurus* в приобретенном ареале в сравнении с аборигенными популяциями.

Объект исследования: американские сомики рода *Ameiurus*, распространенные в водных объектах Беларуси.

Предмет исследования: видовая принадлежность, современное распространение, пути расселения, морфометрические особенности, возрастная изменчивость, филогеографическая структура и генетическое разнообразие американских сомиков рода *Ameiurus* в водных объектах Беларуси.

Научная новизна. Впервые с использованием современных методов видовой идентификации установлена точная видовая принадлежность американских сомиков рода *Ameiurus*, обитающих на территории Беларуси.

Впервые для Европы установлено проникновение *A. nebulosus* в бассейн р. Неман. Ранее в бассейне р. Неман американский сомик не отмечался, также вид не обнаружен в бассейне р. Неман на территории Литвы.

Впервые для Беларуси представлены морфометрические показатели американского сомика *A. nebulosus*. Отмечен более широкий диапазон варьирования числа лучей в грудном, анальном и хвостовом плавниках. Выделены 3 размерно-возрастные группы американского сомика по общности пластических признаков, что может быть использовано при анализе популяционно-демографических характеристик вида.

Впервые для Беларуси показана область современного распространения *Ameiurus nebulosus*, проанализирована филогеографическая структура, оценено генетическое разнообразие, установлены пути распространения вида по территории Республики Беларусь. Полученные данные дополняют сведения об особенностях расселения вида в приобретенном ареале и могут стать основой для разработки комплекса мер, направленных на минимизацию негативного воздействия вида на аборигенную ихтиофауну и снижение риска его дальнейшего распространения.

Положения, выносимые на защиту:

1. В водных объектах Беларуси род *Ameiurus* представлен одним видом: американский сомик *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819), что подтверждается совокупностью морфологических признаков (наличие крупных выраженных пятен неправильной формы, отсутствие темного пигмента и утолщения в основании анального плавника, наличие хорошо развитых зубцов на первом луче грудных плавников) и данными молекулярно-генетических исследований (результаты ДНК-штрихкодирования, значение парных межвидовых генетических дистанций не превышает 0,003);

2. Минимальные пределы значений меристических признаков у особей *Ameiurus nebulosus*, изученных нами, ниже установленных ранее для естественного и приобретенного ареала: в анальном плавнике 16-22, в грудном I 6-8, в хвостовом 14-19. В водных объектах Беларуси по общности пластических признаков вид представлен тремя размерно-возрастными группами: возраст 0+ – 3+ с длиной тела до 135,0 мм; возраст 3+ – 5+ с длиной тела 136,0-174,0 мм; возраст от 6+, с длиной тела более 175,0 мм.

3. Установлено широкое распространение *Ameiurus nebulosus* в водоемах центральной и западной части Беларуси. Расселение происходит преимущественно путем преднамеренной интродукции, что подтверждается обнаружением вида в замкнутых, географически удаленных друг от друга водоемах и принадлежностью всех исследованных особей к одному гаплотипу (наиболее распространенному в естественном и приобретенном ареале), а также низким гаплотипическим ($Hd=0,187\pm 0,043$) и нуклеотидным разнообразием ($\pi=0,00075\pm 0,00019$).

Личный вклад соискателя ученой степени в результаты диссертации. В диссертационной работе представлены результаты

исследований, выполненные автором в период 2020-2023 гг. Основу диссертационной работы составляют оригинальные данные, собранные соискателем в ходе экспедиционных исследований по всей территории Беларуси, которые осуществлялись совместно с научным руководителем к.б.н., доцентом Е.С. Гайдученко. Исследования по распространению, видовой идентификации, генетическому разнообразию, морфометрической и популяционно-демографической характеристике видов рода *Ameiurus* проводились при консультации научного руководителя. Интерпретация результатов, анализ и обобщение данных, подготовка рукописи диссертационной работы выполнена автором лично при консультации научного руководителя.

Автор благодарит сотрудников лаборатории ихтиологии ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», а также научного сотрудника лаборатории экологии низших позвоночных Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук» к.б.н. Д.А. Медведева за помощь и консультации в процессе подготовки и написания диссертационной работы.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов. Материалы диссертации были представлены на 11 международных научных конференциях: VI международная научно-практическая конференция «Зоологические чтения – 2021» (Гродно, 2021); XVI международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии» (Гродно, 2021); XVIII Международная научная конференция молодых ученых «Молодежь в науке 2021» (Минск, 2021); VI Международный Симпозиум «Чужеродные виды в Голарктике – Борок-6» (Углич, 2021); 22-я международная научная конференция «Сахаровские чтения- 2022» (Минск, 2022); VI международная научно-практическая конференция «Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды» (Гомель, 2022); VI международная конференция «Современные проблемы биологической эволюции» (Москва, 2022); II Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах» (Минск, 2022); VII Международная научно-практическая конференция «Зоологические чтения-2023» (Гродно, 2023); XX Международная научная конференция молодых ученых «Молодежь в науке 2023» (Минск, 2023); XVIII Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы экологии – 2023» (Гродно, 2023).

Опубликованность результатов диссертации. По материалам диссертации опубликовано 24 научные работы: 5 статей (1,9 авторских листа) в научных изданиях, включенных в Перечень изданий, рекомендованных ВАК Республики Беларусь, 19 публикаций в сборниках международных,

республиканских и региональных конференций и симпозиумов. Общий объем опубликованных материалов составляет 4,6 авторских листа.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 118 страницах машинного текста и содержит 12 таблиц и 18 рисунков общим объемом 17 страниц. Состоит из содержания, перечня сокращений и условных обозначений, введения, общей характеристики работы, шести глав, заключения, списка использованных источников и приложений. Приложения занимают 20 страниц. Библиографический список включает 185 использованных литературных источников, в т.ч. 163 – на иностранных языках. Список работ соискателя включает 24 наименования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Аналитический обзор литературы. В главе дан обзор литературных источников, освещающих биологию и морфологию видов рода *Ameiurus*, современное распространение, а также состояние изученности видов в приобретенном ареале.

Впервые на территории Беларуси американский сомик *A. nebulosus* появился в конце XIX столетия в оз. Орехово (бассейн р. Западный Буг), куда был выпущен с целью разведения. Позднее (в 1935 г.) из Германии официально завезен в СССР, где был успешно акклиматизирован в прудах и озерах западных областей Беларуси и Украины. К настоящему времени фрагментарные исследования биологии американского сомика в отдельных водоемах юго-запада Беларуси проведены М.Е. Макушком в 1951 г. Исследования по морфометрии, распространению, способам и направлениям дальнейшей инвазии американских сомиков рода *Ameiurus* на территории Беларуси до настоящего времени не проводились. Также отсутствовали данные по таксономической принадлежности американских сомиков рода *Ameiurus*, обитающих на территории Беларуси, генетическому разнообразию, филогеографическим и филогенетическим взаимосвязям между инвазивными популяциями, обитающими в водных объектах Беларуси и популяциями естественного ареала.

Анализ литературных данных позволил конкретизировать цель и задачи настоящего исследования.

Материал и методы исследования. Исследования проводили в период с 2020 по 2023 гг. Всего обследовано более 300 водных объектов бассейнов крупных рек Беларуси: Западный Буг, Неман и Виляя, Западная Двина, Днепр и Припять. С целью изучения распространения американских сомиков рода *Ameiurus* кроме собственных данных учитывали анкетные данные специалистов природоохранных организаций (районные структуры Государственного общественного объединения «Белорусское

общество охотников и рыболовов», районные «Инспекции природных ресурсов и охраны окружающей среды», межрайонные «Государственные инспекции охраны животного и растительного мира»).

Всего было отловлено и проанализировано 1028 особей рода *Ameiurus*.

Для изучения морфо-биологических особенностей видов рода *Ameiurus* на территории Беларуси в качестве модельных нами были выбраны четыре водоема: пруд Карпин Малоритского р-на (бассейн р. Западный Буг; 51.75529, 24.03632), оз. Ореховское Малоритского р-на (бассейн р. Западный Буг; 51.65020, 23.93297) – водоемы первоначальной интродукции вида; пруд аг. Новый двор Щучинского р-на (бассейн р. Неман; 53.81665, 24.56617), оз. Корасин Ивановский р-н (бассейн р. Припять; 51.93180, 25.66130) – одни из наиболее отдаленных водоемов от мест первоначальной интродукции.

Отлов рыб осуществляли при помощи экспериментальных ловушек зонтичного типа на 4 входа из сетного полотна с ячейей 5 мм, размером 80x80 см.

Морфо-биологический анализ особей рода *Ameiurus* проводили в соответствии с общепринятыми методиками (Правдин, 1966). Возраст определяли по годичным кольцам на позвонках (Чугунова, 1959). Морфометрические измерения проводили по схеме измерения рыб И.Ф. Правдина (1966), дополненной нами (рисунок 1).

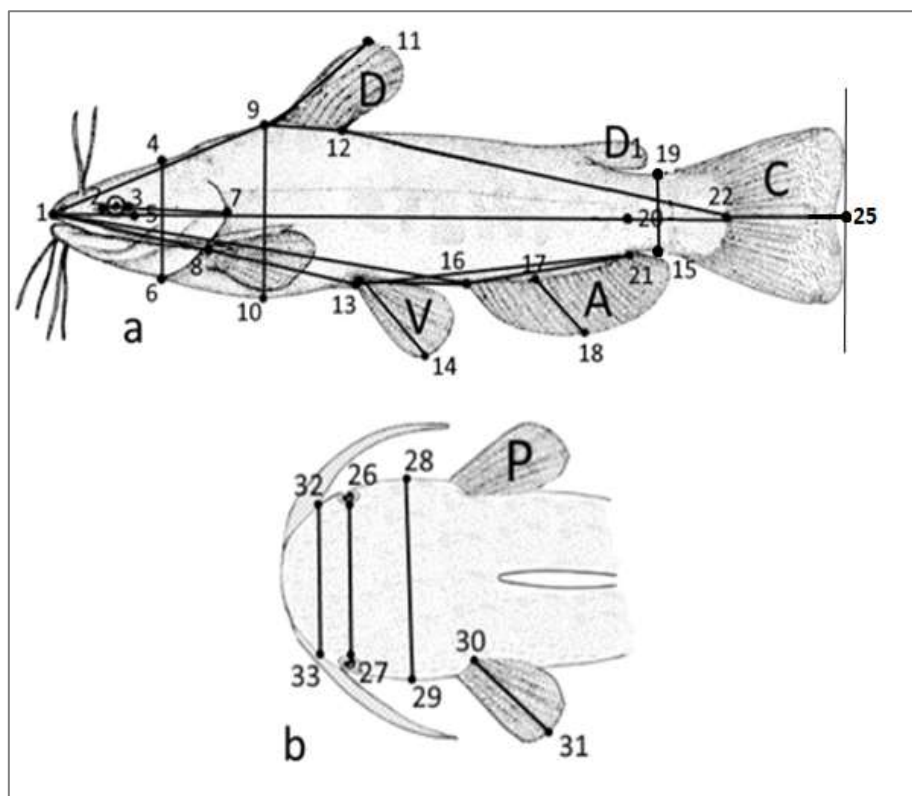
Для анализа и сравнения пластических признаков особей рода *Ameiurus* были использованы программные пакеты Statistica 6.0 и Ms Excel. Для сравнения средних значений использовали t-тест Стьюдента либо U-тест Манна-Уитни.

Аmplификацию митохондриального гена субъединицы I цитохромоксидаза C (*mtCOI*) проводили с использованием праймеров согласно методике молекулярно-генетического анализа:

FF2d (5'-TTCTCCACCAACCACAARGAYATYGG-3');

FR1d (5'-CACCTCAGGGTGTCCGAARAAAYCARAA-3') (Ivanova, 2007).

Определение последовательности нуклеотидов амплифицированных фрагментов ДНК для гена *mtCOI* проводили на автоматическом анализаторе Applied Biosystems 3500 с использованием набора реактивов ABI PRISM BigDye Terminator v.3.1 Cycle Sequencing kit (Thermo Fisher Scientific Inc, США). Последовательности полученных образцов *A. nebulosus* загружены в международную базу BOLD (Process ID: NEBBY001-23– NEBBY093-23).



D – спинной плавник; D₁ – жировой плавник; A – анальный плавник; P – грудной плавник; V – брюшной плавник; C – хвостовой плавник; 1-25 – *L* длина всей рыбы; 1-22 – *ad* длина рыбы без хвостового плавника; 7-22 – *pd* длина тела; 9-10 – *H* наибольшая высота тела; 19-15 – *h* наименьшая высота тела; 1-9 – *aD* антедорсальное расстояние; 12-22 – *pD* постдорсальное расстояние; 1-8 – *aP* антепекторальное расстояние; 1-13 – *aV* антевентральное расстояние; 1-16 – *aA* антеанальное расстояние; 20-22 – *pl* длина хвостового стебля; 8-13 – *PV* пектровентральное расстояние; 13-16 – *VA* вентроанальное расстояние; 9-12 – *ID* длина основания спинного плавника; 9-11 – *hD* высота спинного плавника; 16-21 – *IA* длина основания анального плавника; 17-18 – *hA* высота анального плавника; 30-31 – *IP* длина грудного плавника; 13-14 – *IV* длина брюшного плавника; 22-25 – *IC* длина хвостового плавника; 1-7 – *s* длина головы; 28-29 – *ic* ширина головы; 1-2 – *r* длина рыла; 2-3 – *o* диаметр глаза; 3-7 – *or* заглазничный отдел головы; 32-33 – *or* расстояние между углами рта; 4-6 – *hc* высота головы у затылка; 26-27 – *io* ширина лба.

Рисунок 1 - Схема промеров пластических признаков американского сомика, предложенная нами, сбоку (a) и сверху (b)

Первичный анализ, выравнивание последовательностей, филогенетический анализ и построение дендрограмм проведены в пакете программы MEGA X (Tamura et al., 2011). Генетическое разнообразие было рассчитано с использованием программы DNASP версии 6.10.04 (Librado, 2009). Филогенетическое дерево строили при помощи метода максимального правдоподобия (ML), выбор модели для построения дерева производили в программе jModelTest. Надежность ветвления филогенетического дерева определялась при помощи бутстреп-анализа (1000 псевдореплик). Медианная сеть гаплотипов была построена в программе PopArt (Leigh, 2015).

Видовая идентификация американских сомиков рода *Ameiurus* в водных объектах Беларуси морфологическими методами. На основании проведенного исследования по видовой идентификации американских сомиков рода *Ameiurus*, обитающих в водных объектах, установлено обитание одного вида данного рода – американский сомик *Ameiurus nebulosus*.

Существует ряд диагностических признаков, отличающих виды *A. nebulosus* и *A. melas*. У особей *A. melas* однородная темная окраска без пятен, постепенно переходящая в светло-серый от дорсальной к вентральной стороне, тогда как у особей *A. nebulosus* и особей, изученных нами, окраска более светлая с коричневым оттенком и наличием крупных выраженных пятен неправильной формы. Основание анального плавника у *A. melas* имеет утолщение и черный пигмент перепонки между разветвленными лучами, в то время как у особей, отловленных нами, и особей *A. nebulosus* темный пигмент и утолщение отсутствуют, окраска плавников однотонная с преобладанием светлых тонов.

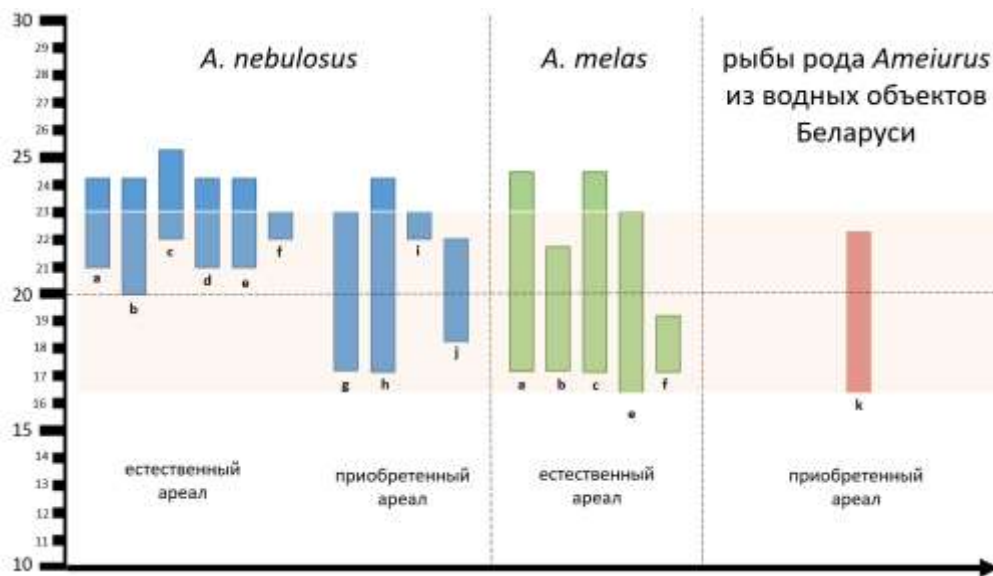
Диагностическим признаком *A. nebulosus* также является наличие на первом луче грудного плавника хорошо развитых вдоль всего луча зубцов, что было характерно и для исследованных нами особей (рисунок 2), тогда как у особей *A. melas* данный признак развит слабо или отсутствует. Число лучей в анальном плавнике также является диагностическим признаком идентификации видов рода *Ameiurus* (рисунок 3).



Рисунок 2 – Первый луч грудного плавника особей, отловленных в водных объектах Беларуси, и первые лучи грудного плавника представителей видов *A. melas* и *A. nebulosus*

Анализ собственных и литературных данных показал, что предельные значения числа лучей в анальном плавнике особей *A. nebulosus* из водоемов

естественного ареала заметно отличались от таковых у особей из приобретенного ареала (Беларусь, наши данные).



a – Калифорния (США), b – Канада, c – Алабама (США), d – Великие озера (США), e – Огайо (США), f – Северная и Центральная Америка, g – Венгрия, h – Югославия, i – Сербия, j – Румыния, k – Беларусь (собственные данные)

Рисунок 3 – Число лучей в анальном плавнике рыб рода *Ameiurus* (собственные и литературные данные)

Диапазон варьирования числа лучей у особей, отловленных нами (16-22), входит в диапазон варьирования как для вида *A. nebulosus*, так и для вида *A. melas*.

Сравнение наших данных с данными ряда авторов для вида *A. nebulosus* естественного и приобретенного ареала показало, что минимальное число лучей у европейских популяций, в том числе и у особей, отловленных нами, существенно ниже, чем в естественном ареале (Северная Америка, Канада). В целом для видов рода *Ameiurus* характерна высокая вариабельность числа лучей в анальном плавнике, из-за чего точная видовая идентификация только по данному признаку невозможна.

Видовая идентификация американских сомов рода *Ameiurus* в водных объектах Беларуси молекулярно-генетическими методами. Для проведения видовой идентификации американских сомов рода *Ameiurus* в водных объектах Беларуси использовался фрагмент митохондриального гена субъединицы I цитохромоксидазы C (*mtCOI*).

Для построения филогенетического дерева использовались последовательности фрагмента *mtCOI*, полученные нами (n=93), и последовательности представителей рода *Ameiurus* имеющиеся в международной базе данных NCBI GenBank. В качестве укоренения был выбран

представитель рода *Ictalurus* – *Ictalurus furcatus* (номер в NCBI GenBank NC028151). Совокупный объем выборки составил n=229 последовательностей (рисунок 4).

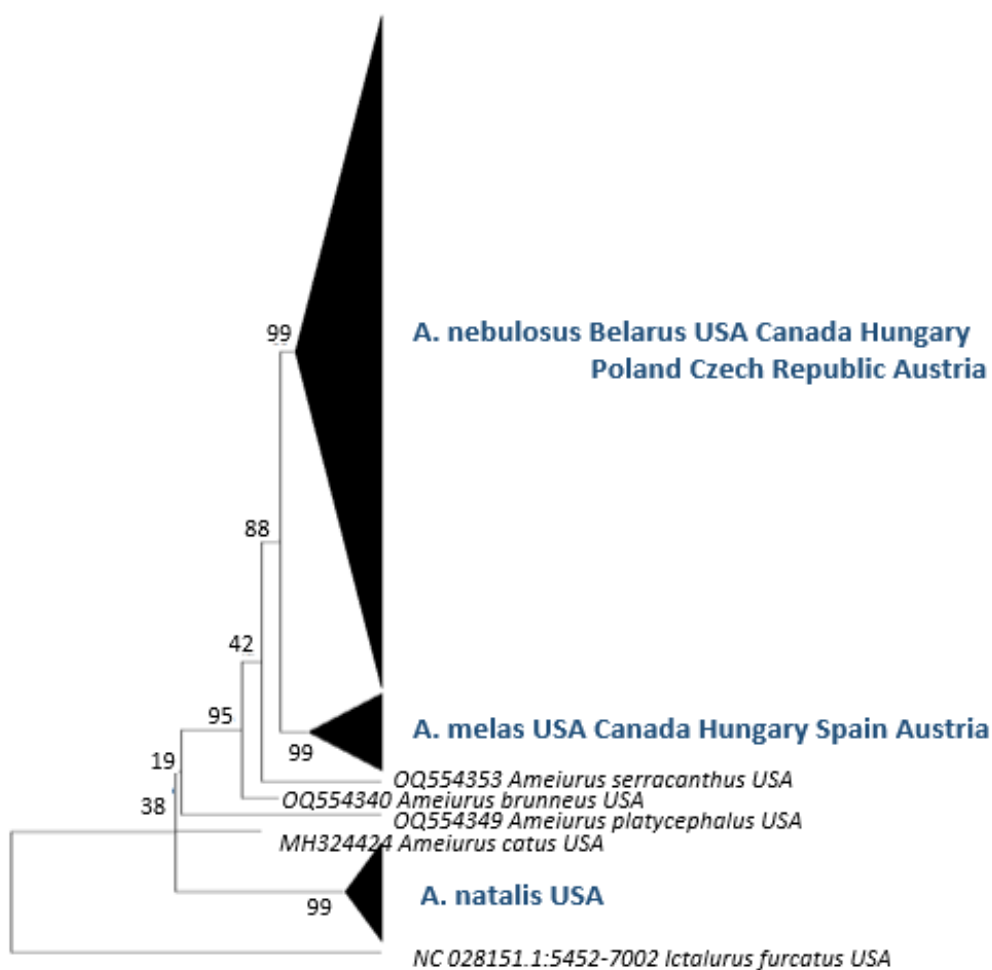


Рисунок 4 – Филогенетическое дерево, построенное методом максимального правдоподобия ML (модель Tamura-3) видов рода *Ameiurus* участка *mtCOI*, иллюстрирующие уровень генетических различий между видами

При анализе филогенетического дерева четко видно, что все проанализированные последовательности фрагмента гена *mtCOI* представителей рода *Ameiurus*, обитающих в Беларуси, с высоким уровнем бутстреп-поддержки образуют единый кластер с образцами вида *Ameiurus nebulosus*.

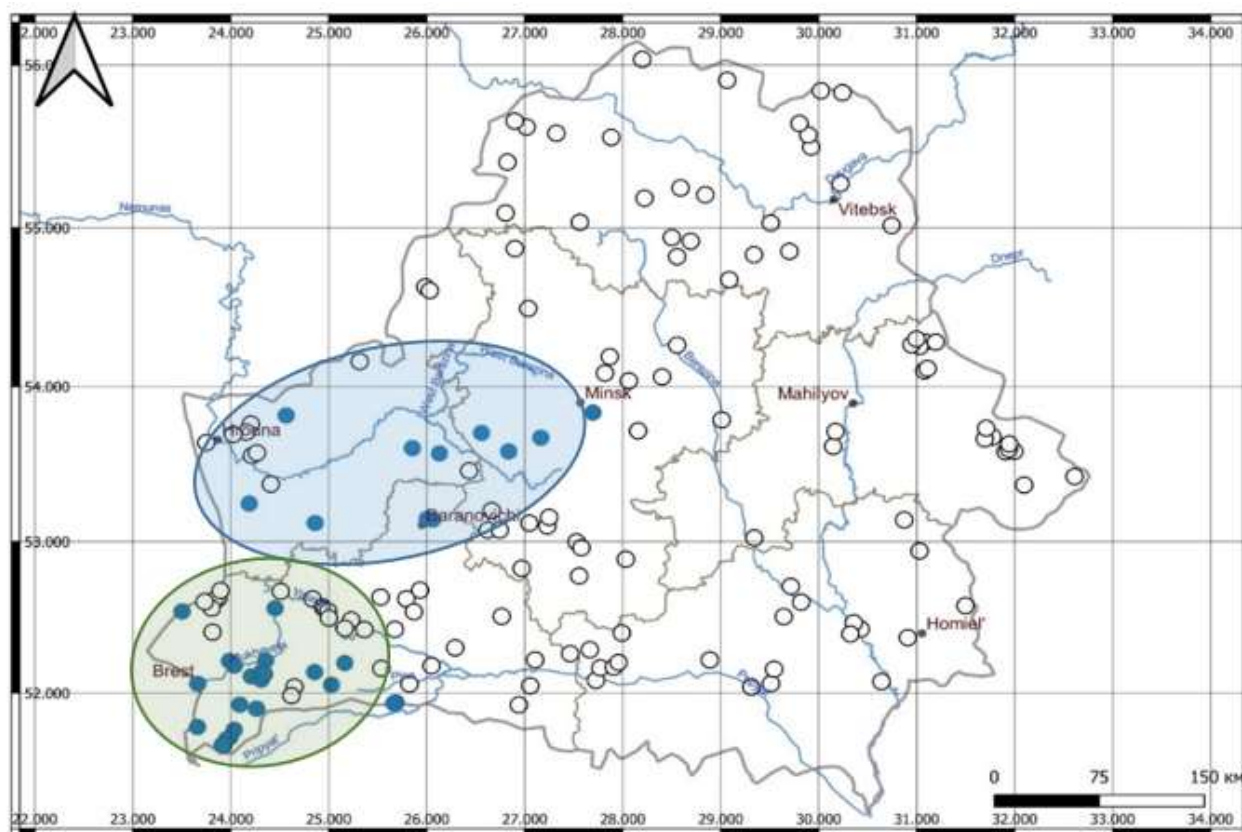
Анализ парных межвидовых генетических дистанций, рассчитанных для последовательностей образцов из Беларуси и последовательностей из генетических баз данных, соответствующих виду *A. nebulosus*, показал, что их значения находятся в пределах внутривидовых различий и не превышают 0,003, что также подтверждает принадлежность представителей рода *Ameiurus*, распространенных в водных объектах Беларуси, к виду *A. nebulosus*.

Результат, полученный в ходе выполнения молекулярно-генетических исследований, позволил определить видовую принадлежность особей рода *Ameiurus*, отловленных в Беларуси: все исследованные особи относятся к виду *Ameiurus nebulosus*.

Современное распространение *A. nebulosus* на территории Беларуси.

Первые сведения о нахождении американского сомика на территории Беларуси относятся к первой половине XIX в. В 1935 г. вид был завезен в отдельные водоемы Западной Белоруссии из Германии в качестве объекта рыборазведения, где был успешно акклиматизирован.

В ходе собственных полевых исследований обследовано более 300 водных объектов по всей территории Беларуси. Установлено, что основные места обитания американского сомика (известно 35 точек) локализованы в юго-западной и западной части Беларуси (рисунок 5).



- - точки, в которых американский сомик не был нами обнаружен
- - собственные находки американского сомика

Зеленым цветом закрашен бассейн р. Западный Буг, синим – бассейн р. Неман

Рисунок 5 – Распространение американского сомика в Беларуси

На территории Беларуси нами установлены следующие пути распространения американского сомика: саморасселение и преднамеренное вселение вида человеком в новые места обитания.

На процесс саморасселения американского сомика по территории Беларуси указывает обнаружение данного вида в большинстве водных объектов Малоритского, Брестского и Кобринского районов (бассейн р. Западный Буг), где водоемы соединены хорошо развитой гидрографической сетью и многочисленными мелиоративными каналами.

На распространение инвазивного вида человеком указывает обнаружение американского сомика в отдаленных друг от друга и не связанных между собой водоемах (водоемы бассейна р. Неман и замкнутый водоем на территории г. Минска). На основании проведенных полевых исследований, анкетных данных и опроса местного населения, предполагаются следующие пути антропогенного характера: целенаправленное зарыбление инвазивным видом водоемов для последующего использования в качестве объекта любительского рыболовства; использование вида как живца с последующим выпуском в новый водоем.

Общая морфометрическая изменчивость вида. С целью определения изменчивости и адаптационных процессов американского сомика в приобретенном ареале были проанализированы 5 меристических и 31 пластический признак.

Установлены следующие меристические признаки американского сомика в водных объектах Беларуси: D I 6-7, P I 6-9, V 6-9, A 16-22, C 14-19.

Отмечен более широкий диапазон варьирования числа лучей в плавниках особей, изученных нами, в сравнении с установленными ранее в естественном и приобретенном ареале. Так, впервые отмечено 16 лучей в анальном плавнике особей оз. Ореховское. Ранее было отмечено не менее 18 лучей для особей естественного ареала и не менее 17 лучей для приобретенного ареала. Следует отметить, что пределы варьирования таких признаков как число лучей в грудном и хвостовом плавниках также оказались шире (не менее 6 и 14 соответственно). Ранее отмечалось не менее 8 и 18 лучей в естественном и не менее 7 и 17 в приобретенном ареале соответственно.

Для особей американского сомика, обитающих в модельных водоемах, дана характеристика пластических признаков. Полученные значения находятся в пределах, свойственных для вида в ареале.

Оценка вариабельности пластических признаков разноразмерных групп американского сомика была проведена на выборке особей, обитающих в пруду Карпин (данная выборка состояла из 120 особей возраста от 0+ до 6+).

Согласно полученным данным и проведенному кластерному анализу пластических признаков полученные выборки можно разделить на 3 размерно-возрастные группы, различающиеся комплексом пластических признаков: А – возраст 0+ – 3+ с длиной тела до 135,0; В – возраст 3+ – 5+ с длиной тела 136,0-174,0 мм; С – возраст от 6+, с длиной тела более 175,0 мм.

Таким образом, впервые показано изменение экстерьерных показателей американского сомика в процессе его онтогенеза. Это необходимо учитывать при описании морфологических показателей и анализе популяционно-демографических характеристик вида.

Половой диморфизм. С целью выявления полового диморфизма особи американского сомика модельных водоемов сравнивались по 31 пластическому признаку. Установлено отсутствие полового диморфизма для вида в целом, выявлены различия по отдельным пластическим признакам, характеризующим длину плавников и параметры головы. Так, для особей оз. Корасин и оз. Ореховское, отмечены статистически значимые различия между самцами и самками по 5 параметрам плавников (при $p \leq 0,05$): длина и высота анального плавника, длина грудного плавника, длина брюшного плавника, длина хвостового плавника и 3 параметрам головы: длина головы, заглазничный отдел головы, ширина лба.

Размерно-возрастные показатели. Максимальный возраст особей американского сомика, отловленных нами в водных объектах Беларуси, составил 6+, максимальная длина тела без хвостового плавника – 187,00 мм и максимальная масса тела – 147,31 г.

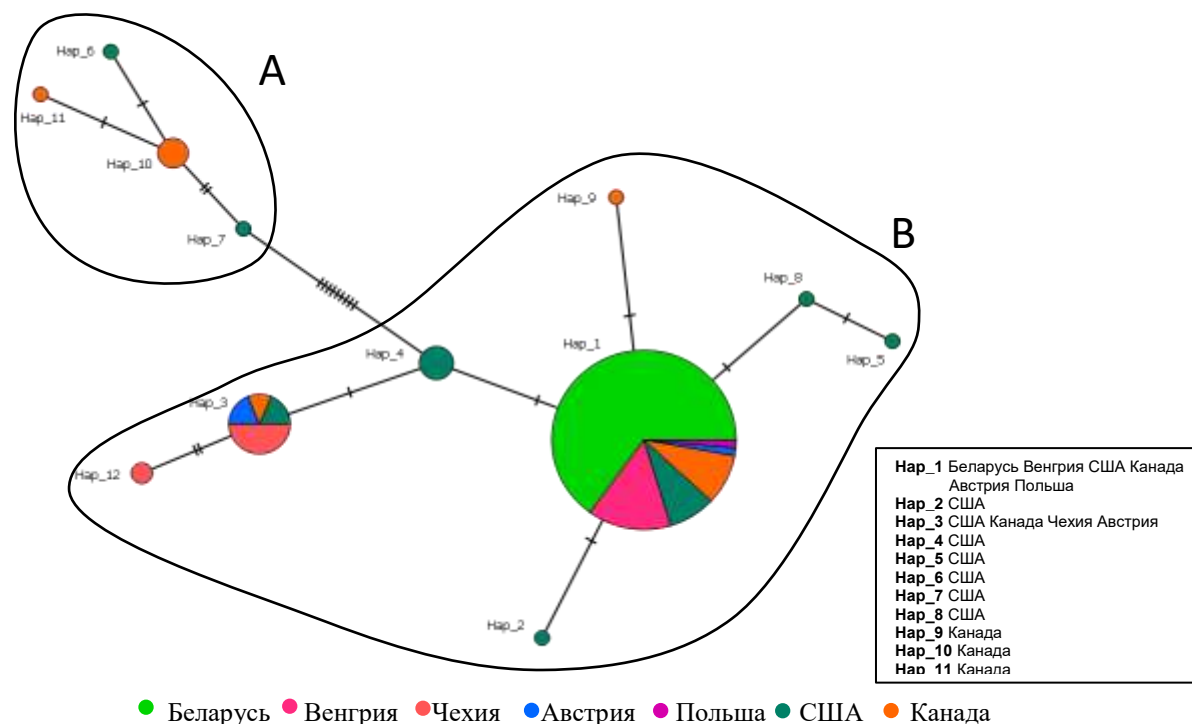
Анализ возрастной структуры американского сомика модельных водоемов показал, что в пруду Карпин и оз. Ореховское вид представлен шестью возрастными группами (от 1+ до 6+), в пруду аг. Новый двор и оз. Корасин четырьмя возрастными группами (от 1+ до 4+).

Величины годовых приростов длины и массы тела различаются. Наибольшими приростами характеризуются особи из оз. Корасин и пруд аг. Новый двор ($\Delta L=96,67$ мм и 93,98 мм; $\Delta W= 15,91$ г и 16,30 г соответственно). Установлено, что величина абсолютных приростов длины с возрастом уменьшается. Наибольшее ее значение отмечено у особей американского сомика первой возрастной группы (96,67 мм). Величина абсолютных приростов массы тела, напротив, с возрастом увеличивается. Максимальное значение (от 23,3 г до 37,38 г) достигает у особей четвертой возрастной группы.

Генетическое разнообразие *A. nebulosus* на основании анализа изменчивости фрагмента митохондриального гена *COI*. Всего нами проанализировано 175 последовательностей фрагмента гена *mtCOI* (558 п.н.): 93 последовательности американского сомика из Беларуси, полученные в ходе проведения исследования, 82 последовательности взяты из международных баз данных NCBI GenBank и BOLD.

При анализе генетического разнообразия особей американского сомика в естественном и приобретенном ареале установлено 12 гаплотипов, при этом все проанализированные образцы из Беларуси относятся к гаплотипу *Hap_1*.

Изучение медианной сети, построенной с целью проведения более точной кластеризации гаплотипов американского сомика, четко показывает наличие одного наиболее распространенного *Hap_1*, предположительно являющегося предковым (рисунок 7). Данный гаплотип широко представлен как в естественном ареале (Канада, США), так и в приобретенном (Венгрия, Польша, Австрия, Беларусь).



Круги обозначают гаплотипы, обнаруженные в образцах особей американского сомика, собранных в Беларуси и других странах естественного и приобретенного ареала

Рисунок 7 – Медианная сеть гаплотипов из 175 последовательностей фрагмента гена *mtCOI* (558 п.н.) образцов особей американских сомиков, обитающих только в естественном ареале (гаплогруппа А) и образцов особей, обитающих как в естественном, так и приобретенном ареале (гаплогруппа В)

При изучении медианной сети четко выделяется наличие двух гаплогрупп: гаплогруппа А (объединяющая в себе гаплотипы *Hap_6, 7, 10, 11* и обнаруженная только в США и Канаде) и гаплогруппа В (гаплотипы *Hap_1-5, 8, 9, 12*).

На основании проведенного анализа можно предположить изначальное проникновение (преднамеренное вселение) ограниченного числа особей американского сомика с гаплотипом *Hap_1* в водоемы Европы – наиболее массовым гаплотипом в естественном ареале, впоследствии успешно расселившимся по всей Европе. Также можно предположить отдельное проникновение путем преднамеренного вселения особей гаплотипа *Hap_3* в водоемы Австрии и Чехии – особи данного гаплотипа наряду с естественным ареалом встречаются только в водоемах данных стран.

Показатели генетического разнообразия рассчитаны согласно разделению исследуемых особей на два генетически обособленных кластера. Первый кластер – особи из приобретенного ареала (Беларусь, Венгрия, Польша, Чехия и Австрия), второй кластер - образцы из естественного ареала (США и Канада) (таблица).

Таблица – Значения показателей генетического разнообразия американского сомика по фрагменту гена *mtCOI*

<i>Ameiurus nebulosus</i>	<i>N</i>	<i>S</i>	<i>H</i>	$Hd \pm SD_{Hd}$	$\pi \pm SD_{\pi}$	<i>k</i>	<i>p</i>	<i>T's D</i>
1 кластер	131	4	3	0,187±0,043	0,00075±0,00019	0,421	0,005	-0,80892
2 кластер	47	19	11	0,694±0,067	0,00680±0,00019	3,793	0,014	-0,37873

Примечание – *N* – число последовательностей; *S* – число вариабельных сайтов; *H* – число гаплотипов; *Hd* – гаплотипическое разнообразие; π – нуклеотидное разнообразие; *k* – среднее число нуклеотидных различий, *p* – общая генетическая дистанция; *SD* – стандартное отклонение, *T's D* – тест Таджимы.

Анализ общего генетического разнообразия по фрагменту гена *mtCOI* показал высокий уровень гаплотипического ($Hd=0,694 \pm 0,067$) и низкий уровень нуклеотидного ($\pi=0,00680 \pm 0,00019$) разнообразия в естественном ареале. Такие показатели характерны для стабильных и генетически целостных популяций, которые расширяют свою среду обитания с высокой величиной эффективного числа основателей.

Для популяций приобретенного ареала анализ показал низкий уровень как гаплотипического ($Hd=0,187 \pm 0,043$), так и нуклеотидного ($\pi=0,00075 \pm 0,00019$) разнообразия. Низкие показатели гаплотипического разнообразия американского сомика в приобретенном ареале могут быть объяснены эффектом «основателя» [Avice, 1994] и подтверждают гипотезу о расселении особей по территории Европы из одного первоначального места интродукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. На территории Беларуси обитает один вид рода *Ameiurus* – американский сомик *Ameiurus nebulosus*. Особи, отловленные в водных объектах Беларуси, на основании диагностических признаков принадлежат виду *A. nebulosus* [1 – А; 3-5 – А; 12 – А; 14 – А; 15 – А; 18 – А].

2. Последовательности образцов фрагмента митохондриального гена *COI* американских сомиков из водных объектов Беларуси на дендрограмме сходства образуют единый кластер с образцами, взятыми из международных генетических баз данных (NCBI Genbank и BOLD), принадлежащих к виду *A. nebulosus*. Парные межвидовые генетические дистанции последовательностей образцов особей, отловленных в водных объектах Беларуси, и последовательностей, взятых из международных генетических баз данных, принадлежащих к виду *A. nebulosus*, находятся в пределах межвидовых различий и не превышают 0,003 [3-5 – А; 11 – А; 13 – А; 17 – А; 19 – А; 21 – А; 22 – А].

3. При обследовании водных объектов Беларуси (водоемов и водотоков) установлено, что наибольшее число водных объектов, заселенных американским сомиком, находится на юго-западе Беларуси (водоемы бассейна р. Западный Буг, р. Неман, р. Припять), при этом распределение точек находок носит мозаичный характер. Впервые отмечено обитание вида в бассейне р. Неман [5 – А; 9 – А; 12 – А; 15 – А; 21 – А; 23 – А].

4. Основным способом распространения вида в водных объектах бассейна р. Западный Буг, где хорошо развита сеть мелиоративных каналов, является саморасселение. В водных объектах бассейна р. Неман и замкнутом водоеме на территории г. Минска, удаленных друг от друга и не связанных между собой – расселение посредством человека (перенос особей в другие водоемы рыбаками-любителями). Следует отметить, что в настоящее время для территории Беларуси отмечена существенная роль преднамеренного вселения вида в новые водоемы человеком [4 – А; 5 – А; 9 – А; 12 – А; 23 – А].

5. На основании проведенных исследований мы можем предположить дальнейшее распространение американского сомика путем саморасселения по водоемам бассейна р. Западный Буг, связанных мелиоративными каналами, а также расселение путем преднамеренной интродукции в новые водные объекты Беларуси [4 – А; 5 – А; 9 – А; 10 – А; 12 – А; 23 – А].

6. Все проанализированные образцы фрагмента митохондриального гена *COI* американского сомика из Беларуси относятся к одному гаплотипу *Hap_1*. Данный гаплотип широко представлен как в естественном ареале (Канада, США), так и в приобретенном (Венгрия, Польша, Австрия, Беларусь) и,

предположительно, является предковым. Согласно медианной сети и географическому распределению гаплотипов, можно предположить изначальное вселение единичных особей американского сомика в водоемы Европы из Северной Америки. Следует отметить, что на территорию Европы таких ввозов было несколько, о чем свидетельствует наличие отдельных гаплотипов *Hap_3* и *Hap_12* наряду с естественным ареалом встречающихся только в водоемах Австрии и Чехии [3 – А; 5 – А].

7. Популяции американского сомика приобретенного ареала характеризуются низким уровнем гаплотипического ($Hd=0,187\pm 0,043$) и нуклеотидного ($\pi=0,00075\pm 0,00019$) разнообразия. Низкие показатели гаплотипического разнообразия американского сомика в приобретенном ареале могут быть объяснены эффектом «основателя» и подтверждают гипотезу о расселении особей по территории Европы из одного первоначального места интродукции. D-критерий теста на нейтральность Таджимы показал значения, близкие к нулю, что предполагает нейтральную эволюцию ДНК и отсутствие доказательств отбора [3 – А].

8. Установлены следующие меристические признаки американского сомика в водных объектах Беларуси: D I 6-7, P I 6-9, V 6-9, A 16- 22, C 14-19. Значения меристических признаков у особей *A. nebulosus*, изученных нами, отличаются от установленных ранее в естественном и приобретенном ареале: впервые в анальном плавнике отмечено 16 лучей, в грудном плавнике – 6 и в хвостовом 14 лучей [1 – А; 14 – А; 15 – А].

9. Выделены 3 размерные группы особей американского сомика, характеризующиеся общностью пластических признаков: А – возраст 0+ – 3+ с длиной тела до 135,0 мм; В – возраст 3+ – 5+ с длиной тела 136,0-174,0 мм; С – возраст от 6+, с длиной тела более 175,0 мм [1 – А; 2 – А; 8 – А; 13 – А; 18 – А; 24 – А].

10. Установлено отсутствие полового диморфизма для вида в целом, однако выявлены различия по отдельным пластическим признакам, характеризующим длину плавников и параметры головы [1 – А; 2 – А; 8 – А; 14 – А; 18 – А; 24 – А].

11. Максимальный возраст особей американского сомика, отловленных нами в водных объектах Беларуси, составил 6+ (особи, достигшие шести полных лет), максимальная длина тела без хвостового плавника – 187,00 мм и максимальная масса тела – 147,31 г. Годовые приросты длины тела варьируются в пределах 3,81-96,67 мм, годовые приросты массы тела – от 5,67 до 47,15 г. [1 – А; 10 – А].

Рекомендации по практическому использованию результатов.

Последовательности полученных образцов *A. nebulosus* загружены в международную базу данных BOLD (Process ID: NEBBY001-23–NEBBY093-23), что, учитывая инвазионный статус за пределами Северной Америки, дополняет сведения о генетическом разнообразии вида на ранее не исследованных территориях приобретенного ареала.

Методические рекомендации «Схема проведения морфометрических измерений рыб на примере сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Le Sueur, 1819)» внедрены и используются в учебном процессе в УО ГГУ им. Ф. Скорины (акт о внедрении №10 от 25.04.2022 г.).

Методические рекомендации «Видовая идентификация сомика американского *Ameiurus nebulosus* по морфологическим признакам» внедрены и используются в учебном процессе в УО ГГУ им. Ф. Скорины (акт о внедрении №10 от 25.04.2022 г.).

Разработка «Информационный баннер «Американский сомик (*Ameiurus nebulosus*)» (акт о внедрении от 10.04.2023 г.) внедрена и используется в ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Озеры».

Разработка «Методические рекомендации по недопущению распространения инвазивного вида рыб – сомика американского (*Ameiurus nebulosus*)» (акт о внедрении от 10.04.2023 г.) внедрена и используется в ГПУ «Республиканский ландшафтный заказник «Озеры».

Использование внедренных методических рекомендаций, а также информационного баннера способствует повышению осведомленности населения и уменьшению риска преднамеренной интродукции инвазивного вида в новые, ранее незаселенные водные объекты.

Выделенные размерные группы необходимо учитывать при последующем описании морфометрических признаков и анализе популяционно-демографических характеристик вида.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в научных журналах, включенных в перечень ВАК

1–А. **Охременко, Ю.И.** Морфометрические показатели американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах юго-запада Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // *Природные ресурсы*. – 2022. – (1). – С. 87- 92.

2–А. **Охременко, Ю.И.** Вариабельность пластических признаков размерных групп сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) – чужеродного вида в водоемах Беларуси / Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко //

Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2023. – Т. 68. – № 3. – С. 257–264. <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2023-68-3-257-264>

3–А. **Охременко, Ю.И.** Генетическое разнообразие сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) на основании изменчивости митохондриального гена COI / Ю. И. Охременко, Е. С. Гайдученко // Молекулярная и прикладная генетика: сб. науч. тр. / Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси.: АВ. Кильчевский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, 2023. – Т. 35. – С. 53- 63.

4–А. **Okhremenko, Y.** First record of the brown bullhead *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) in the Neman River basin in Belarus / Y. Okhremenko, H. Gajduchenko // *Bioinvasion Records*, 2024. – V. 13. – № 1. – P. 209-214. DOI: [10.3391/bir.2024.13.1.18](https://doi.org/10.3391/bir.2024.13.1.18) (IF: 1,672)

5–А. **Охременко, Ю.И.** Американский сомик *Ameiurus nebulosus* (Siluriformes: Ictaluridae) – новый вид в бассейне реки Неман / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // *Российский журнал биологических инвазий*, 2024. – Т. 17. – №1. С. 76-86. DOI: [10.35885/1996-1499-17-1-76-86](https://doi.org/10.35885/1996-1499-17-1-76-86) (IF: 0,7).

Материалы конференций

6–А. **Охременко, Ю.И.** Инвазивный вид *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах Беларуси: анализ изученности, актуальность и перспективы дальнейших исследований / Ю.И. Охременко // Сучасні проблеми раціонального використання водних біоресурсів : II Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 27–29 жовтня 2020 р. : збірник матеріалів. Київ : ПРО ФОРМАТ. – 2020. – С. 13-14.

7–А. **Охременко, Ю.И.** Проблема биологических инвазий / Ю.И. Охременко // Science SPbU – 2020 : сб. материалов Междунар. конф. по естеств. и гуманитар. наукам, Санкт-Петербург, 25 дек. 2020 г. / С.-Петерб. гос. ун-т. – СПб., 2021. – С. 277-278.

8–А. **Охременко, Ю.И.** Особенности морфологии американского сомика (*Ameiurus nebulosus*) в водоемах Брестской области / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Зоологические чтения: сб. научн. ст., посвящ. 130-лет. д-ра биол. наук, проф. Анатолия Владимировича Федюшина / ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: О.В. Янчуревич (гл. ред.), А.В. Рыжая, А.Е. Караевский. – Гродно :ГрГУ. – 2021. – С. 171-173.

9–А. **Охременко, Ю.И.** Сведения о распространении инвазивного вида рыб американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. : [материалы XVI междунар. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы экологии – 2021» (Гродно, 22–24 сент. 2021 г.) / Гродн. гос. ун-т, Гродн. обл. ком. природ. ресурсов и охраны окруж. среды ; редкол.:

А. Е. Каревский (гл. ред.), Г. Г. Юхневич, И. М. Колесник. – Гродно, 2021. – С. 43-44.

10–А. **Охременко, Ю.И.** Распространение американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) на особо охраняемых природных территориях Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Национальный парк «Браславские озера» и другие особо охраняемые природные территории: состояние, проблемы, перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции (г. Браслав, 27-28 мая 2022) / Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Браславские озера» ; редкол.: Е. В. Андрейчик (гл. ред) [и др.]. – Минск: Ковчег, 2022 – С. 138-139.

11–А. **Охременко, Ю.И.** Генетический полиморфизм сомика американского (*Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819)) на основе анализа последовательностей гена COI в популяциях естественного и приобретенного ареала / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды [Электронный ресурс] : VI Международная научно-практическая конференция (Гомель, 2–3 июня 2022 года) : сборник материалов / М-во образования Республики Беларусь, Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины ; редкол. : А. П. Гусев (гл. ред.) [и др.]. – Электрон. текст. данные (11,0 МБ). – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. – 188-191.

12–А. **Охременко, Ю.И.** Сведения о распространении американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1818) на территории Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Сахаровские чтения 2022 года: экологические проблемы XXI века = Sacharov reading 2022 : environmental problems of the XXI century : материалы 22-й Международной научной конференции, 19-20 мая 2022 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батян [и др.] ; под. ред. д-ра ф.-м. н., проф. С. А. Маскевича, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2022. – Ч.1. – С. 237-240.

13–А. **Охременко, Ю.И.** Видовая идентификация и оценка генетического разнообразия сомика американского (*Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819)) в водных объектах Беларуси на основе анализа последовательностей гена COI / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах: материалы II Международной научно-практической конференции, Минск, Беларусь, 11-14 октября 2022 г. / редкол.: А.В. Кулак [и др.]. – Минск: А.Н. Вараксин, 2022. – С. 340-344.

14–А. **Охременко, Ю.И.** Современное распространение и морфометрические показатели сомика американского (*Ameiurus nebulosus*) в водоемах Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Зоологические чтения : сб. науч. ст., посвящ. 125-лет. д-ра биол. наук Ивана Николаевича Сержанина /

ГрГУ им. Янки Купалы ; редкол.: О.В. Янчуревич (гл. ред.), А.В. Рыжая. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 215-218.

15–А. **Охременко, Ю.И.** Сравнение морфометрических показателей сомика американского (*Ameiurus nebulosus*) водоемов Беларуси и Украины / Ю.И. Охременко, А.С. Сергиевич, Е.С. Гайдученко // Актуальные проблемы экологии : сб. науч. ст. / М-во образования Респ. Беларусь, ГрГУ им. Янки Купалы, Гродн. обл. ком. природ. Ресурсов и охраны окр. среды ; редкол.: Н.З. Башун (гл. ред.) [и др.]. – Гродно : ГрГУ, 2023. – С. 123-126.

Тезисы докладов конференций

16–А. **Охременко, Ю.И.** Размерно-возрастная характеристика американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водных объектах Кобринского района / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Молодежь в науке – 2021: аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства : тез. докл. XVIII Междунар. науч. конф. молодых ученых (Минск, 27–30 сент. 2021 г.) : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2021. – Ч. 1. – С. 267-268.

17–А. **Okhremenko, Yu.I.** Species identification and analysis of phylogenetic relationships of individuals of the genus *Ameiurus* in water reservoirs of Belarus / Yu.I. Okhremenko, H.S. Gajduchenko // Invasion of Alien Species in Holarctic. Borok-VI : sixth International Symposium. Book of abstracts / Russian Academy of Sciences (RAS) [et al.] ; Ed. Yu. Yu. Dgebuadze, A.V. Krylov, V. G. Petrosyan, D. P. Karabanov. – Kazan : Buk, 2021. – P. 163.

18–А. **Охременко, Ю.И.** Морфометрическая характеристика американского сомика *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) – инвазивного вида в Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы XIII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (29–30 марта 2022 г.) / отв. за вып. Т.А. Ключкова. – Петропавловск Камчатский: КамчатГТУ, 2022. – С. 45-49.

19–А. **Охременко, Ю.И.** Генетическое разнообразие популяций сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Le Sueur, 1819) – инвазивного вида в Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Современные проблемы биологической эволюции: материалы IV Международной конференции к 875-летию Москвы и 115-летию со дня основания Государственного Дарвиновского музея. 17–20 октября 2022, г. Москва. – М.: ГДМ, 2022 – С. 76- 78.

20–А. **Охременко, Ю.И.** Размерно-возрастная изменчивость морфологических признаков сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) / Ю.И. Охременко // Молодежь в науке – 2022 : тезисы докладов XIX Международной научной конференции «Молодежь в науке» (Минск, 25-28

октября 2022 г.) : аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства, медицинские, физико-математические, физико-технические, химия и науки о Земле / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2022. – С. 188-191.

21–А. **Охременко, Ю.И.** Генетическое разнообразие сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) по фрагменту гена COI в Беларуси / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Генетика и биотехнология XXI века: проблемы, достижения, перспективы: материалы V Международной научной конференции посвященной 135-летию со дня рождения Н.И. Вавилова. Минск, 21-25 ноября 2022 г. / редкол.: А.В. Кильчевский и др.; Институт генетики и цитологии НАН Буларуси. – Минск, 2022 – С. 106.

22–А. **Охременко, Ю.И.** Генетическая структура сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в водоемах Беларуси / Ю.И. Охременко // Биолого-химические и экологические аспекты состояния и развития Полесского региона и сопредельных территорий : сб. науч. тр. /УО МГПУ им. И. П. Шамякина ; редкол.: О. П. Позывайло (отв. ред.) [и др.]. – Мозырь : МГПУ им. И. П. Шамякина, 2023. – С. 80-84.

23–А. **Охременко, Ю.И.** Современное распространение чужеродного вида сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) в Европе / Ю.И. Охременко, Е.С. Гайдученко // Зоологические исследования в Казахстане в XXI веке: итоги, проблемы и перспективы. Сборник статей международной научной конференции, посвященной 90-летию Института зоологии Республики Казахстан. 13-16 апреля 2023 года. Алматы, 2023. С. 329-333.

24–А. **Охременко, Ю.И.** Плодовитость сомика американского *Ameiurus nebulosus* (Lesueur, 1819) – инвазивного вида в водоемах Беларуси / Ю.И. Охременко // Молодежь в науке – 2023 : тезисы докладов XX Международной научной конференции молодых ученых (Минск, 20–22 сентября 2023 г.) : аграрные, биологические, гуманитарные науки и искусства, медицинские, физико-математические, физико-технические, химия и науки о Земле / Нац. акад. наук Беларуси, Совет молодых ученых ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2023. – С. 198-200.

РЕЗЮМЕ

Охременко Юлия Ивановна

АМЕРИКАНСКИЕ СОМИКИ РОДА *AMEIURUS* В БЕЛАРУСИ: МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ, ФИЛОГЕОГРАФИЯ И СОВРЕМЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Ключевые слова: американский сомик, инвазивный вид, распространение, размерно-возрастная изменчивость, генетическое разнообразие, филогеографическая структура.

Цель исследования: уточнить видовую принадлежность, определить современное распространение, дать комплексную морфометрическую и размерно-возрастную характеристику и оценить генетическое разнообразие американских сомов рода *Ameiurus*, обитающих в водных объектах Беларуси.

Методы исследования: общепринятые методы ихтиологических исследований, статистические, биоинформатические и молекулярно-генетические методы.

Полученные результаты и их новизна: Впервые с использованием современных методов видовой идентификации установлена точная видовая принадлежность американских сомов рода *Ameiurus*, обитающих на территории Беларуси.

Впервые для Европы установлено проникновение *A. nebulosus* в бассейн р. Неман. Ранее в бассейне р. Неман американский сомик не отмечался, также вид не обнаружен в бассейне р. Неман на территории Литвы.

Впервые для Беларуси представлены морфометрические показатели американского сомика *A. nebulosus*. Отмечен более широкий диапазон варьирования числа лучей в грудном, анальном и хвостовом плавниках. Выделены 3 размерно-возрастные группы американского сомика по общности пластических признаков.

Впервые для Беларуси показана область современного распространения *Ameiurus nebulosus*, проанализирована филогеографическая структура, оценено генетическое разнообразие, установлены пути распространения вида по территории Республики Беларусь.

Рекомендации по использованию: результаты исследования используются в учебном процессе для студентов биологических специальностей, при разработке природоохранных мероприятий, направленных на сохранение биологического разнообразия.

Область применения: ихтиология, зоология, генетика.

РЭЗІЮМЭ

Ахрэменка Юлія Іванаўна

АМЕРЫКАНСКІЯ СОМІКІ РОДА *AMEIURUS* У БЕЛАРУСІ: МАРФАЛАГІЧНЫЯ АСАБЛІВАСЦІ, ФІЛАГЕАГРАФІЯ І СУЧАСНЫ РАСПАЎСЮД

Ключавыя словы: амерыканскі сомік, інвазіўны від, распаўсюджванне, размерна-ўзроставая зменлівасць, генетычная разнастайнасць, філагеаграфічная структура.

Мэта даследавання: удакладніць відавую прыналежнасць, вызначыць сучаснае распаўсюджванне, даць комплексную марфаметрычную і памерна-ўзроставую характарыстыку і ацаніць генетычную разнастайнасць амерыканскіх сомікаў роду *Ameiurus*, якія жывуць у водных аб'ектах Беларусі.

Метады даследавання: агульнапрынятыя метады іхтыялагічных даследаванняў, статыстычныя і біяінфарматычныя і малекулярна-генетычныя метады.

Атрыманыя вынікі і іх навізна: Упершыню з выкарыстаннем сучасных метадаў відавой ідэнтыфікацыі ўстаноўлена дакладная відавая прыналежнасць амерыканскіх сомікаў роду *Ameiurus*, якія жывуць на тэрыторыі Беларусі.

Упершыню для Еўропы ўсталявана пранікненне *A. nebulosus* у басейн р. Нёман. Раней у басейне р. Нёман амерыканскі сомік не адзначаўся, таксама від не знойдзены ў басейне р. Нёман на тэрыторыі Літвы.

Упершыню для Беларусі прадстаўлены марфаметрычныя паказчыкі амерыканскага соміка *A. nebulosus*. Адзначаны шырэйшы дыяпазон вар'іравання колькасці прамянёў у грудным, анальным і хваставым плаўніках. Вылучаны 3 размерна-ўзроставыя групы амерыканскага соміка па агульнасці пластычных прыкмет.

Упершыню для Беларусі паказана вобласць сучаснага распаўсюджвання *Ameiurus nebulosus*, прааналізавана філагеаграфічная структура, ацэнена генетычная разнастайнасць, устаноўлены шляхі распаўсюджвання віду па тэрыторыі Рэспублікі Беларусь.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: вынікі даследавання выкарыстоўваюцца ў навучальным працэсе для студэнтаў біялагічных спецыяльнасцей, пры распрацоўцы прыродаахоўных мерапрыемстваў, накіраваных на захаванне біялагічнай разнастайнасці.

Галіна выкарыстання: іхтыялогія, заалогія, генетыка.

RESUME

Akhremenka Yuliya Ivanovna

AMERICAN CATFISH GENUS *AMEIURUS* IN BELARUS: MORPHOLOGICAL FEATURES, PHYLOGEOGRAPHY AND CURRENT SPREAD

Key words: Brown bullhead, invasive species, path of spread, size-age variability, genetic diversity, phylogeographic structure.

Purpose: to clarify the species affiliation, determine the current distribution, give a comprehensive morphometric and size-age characteristics and assess the genetic diversity of catfish of the genus *Ameiurus* living in water bodies of Belarus.

Research methods: standard methods of ichthyological research, statistical and bioinformatics and molecular genetic methods.

The results obtained and their novelty: For the first time, using modern methods of species identification, the exact species identity of catfish of the genus *Ameiurus* living on the territory of Belarus has been established.

For the first time in Europe, an invasion of *A. nebulosus* into the Neman River basin has been established. Previously, the brown bullhead was not registered in the Neman River basin, and the species has not been found in the Neman River basin in Lithuania.

For the first time in Belarus, morphometric parameters of the brown bullhead *A. nebulosus* are presented. A wider range of variation in the number of rays in the pectoral, anal and caudal fins is noted. Three size-age groups of the brown bullhead were identified based on common plastic characteristics.

For the first time in Belarus, the area of modern distribution of *A. nebulosus* has been shown, the phylogeographic structure has been analyzed, genetic diversity has been assessed, and the pathway of spread of the species across the territory of the Republic of Belarus have been established.

Recommendations for use: the results of the study are used in the educational process for students of biological specialties, in the development of environmental measures aimed at preserving biological diversity.

Application field: ichthyology, zoology, genetics.

Подписано в печать 04.12.2024 Формат 60x84_{1/16} Бумага офсетная
Печать цифровая Усл.печ.л. 1,8 Уч.изд.л. 1,9 Тираж 60 экз. Заказ 7340
ИООО «Право и экономика» 220072 Минск Сурганова 1, корп. 2 Тел. 8 029 684 18 66
Отпечатано на издательской системе Gestetner в ИООО «Право и экономика»
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий, выданное
Министерством информации Республики Беларусь 17 февраля 2014 г.
в качестве издателя печатных изданий за № 1/185