



МОЛДАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ



МУНЖИУ ОКСАНА ВАСИЛЬЕВНА

**БЕНТОСНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ
РЕК ДНЕСТР И ПРУТ
В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА**

Кишинэу, 2024

Рецензенты:

Бушмакиу Галина, доктор хабилитат биологических наук, доцент
Шубернецкий Игорь, доктор биологических наук, доцент

Научный редактор:

Тодераш Ион, доктор хабилитат биологических наук, профессор, академик

*Работа была рассмотрена и одобрена к публикации Ученым советом
Института зоологии Молдавского Государственного Университета
(протокол №.9 от 27 декабря 2023)*

Работа включает результаты многолетних исследований автора (2007 – 2023 гг.), выполненных в Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии, а также анализ литературных данных о макробентосных беспозвоночных в экосистемах Днестра и Прута на территории Республики Молдова. В работе рассмотрены вопросы таксономии и распространения бентосных беспозвоночных. Большое внимание уделено доминирующим видам, инвазии чужеродных и распространению редких видов. Дана оценка экологической роли основных групп макрозообентоса в изученных речных экосистемах. Проанализированы: численность, биомасса, продуктивность, сапробность и биоразнообразие, а также воздействие антропогенных факторов на зообентосные сообщества речных экосистем Днестра и Прута.

Книга предназначена для зоологов, экологов, энтомологов, гидробиологов, специалистов по охране окружающей среды и любителей природы.

DESCRIEREA CIP A CAMEREI NAȚIONALE A CĂRȚII DIN REPUBLICA MOLDOVA

Мунжиу, Оксана Васильевна.

Бентосные беспозвоночные рек Днестр и Прут в пределах Республики Молдова / Мунжиу Оксана Васильевна ; научный редактор: Тодераш Ион ; Молдавский государственный университет, Институт зоологии. – Кишинэу : [Б. и.], 2024 (СЕР USM). – 223 p. : il., tab.

Adnot. paral.: lb. rom., engl., rusă. – Referințe bibliogr.: p. 171-195 (348 tit.). – În red. aut. – 15 ex.

ISBN 978-9975-62-696-5.

592:574.58(478)
M 904

Работа выполнена в рамках национальных и международных проектов: 09.832.08.07A, 11.817.08.13F, 11.817.08.15A, MIS ETC 1150, MIS ETC 1676, BSB165, 15.817.02.27 A, 20.80009.7007.06.

© Munjiu Oxana, 2024

ISBN 978-9975-62-696-5

СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА I. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕНТОСНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ	8
1.1. Исследования бентосных беспозвоночных в мире	8
1.2. История исследований бентосных беспозвоночных в Республике Молдова	14
ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ	22
2.1. Физико-географическая и экологическая характеристика рек Днестр и Прут	22
2.2. Методы сбора и обработки гидробиологического материала	32
2.3. Идентификация таксономических групп зообентоса	35
ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА	39
3.1. Таксономическая характеристика и состав малакофауны	42
3.2. Таксономическая характеристика и состав ракообразных	39
3.3. Таксономическая характеристика и состав поденок	45
3.4. Зоогеографическая принадлежность видового состава зообентоса	47
3.5. Новые виды фауны беспозвоночных Республики Молдова	50
ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОЗООБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА	54
4.1. Распространение видов. Разнообразие зообентоса в реках Днестр и Прут	54
4.2. Редкие, охраняемые и исчезающие виды	86
4.3. Инвазивные виды	101
ГЛАВА V СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА	124
5.1. Экологические особенности и влияние факторов окружающей среды на основные группы зообентоса	124

СОДЕРЖАНИЕ

5.2. Численность, биомасса и продуктивность основных групп зообентоса	129
5.3. Использование бентосных беспозвоночных для оценки качества воды и уровня эвтрофикации водных экосистем	140
5.4. Роль бентосных сообществ в экосистемах рек Днестра и Прута	153
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	158
БЛАГОДАРНОСТИ	161
АННОТАЦИЯ	162
ADNOTARE	165
ABSTRACT	168
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	171
ПРИЛОЖЕНИЕ 1: Таксономический состав бентосных беспозвоночных в водоемах Республики Молдова, (2007-2023): Mollusca, Crustacea, Ephemeroptera	196
ПРИЛОЖЕНИЕ 2: Цветные иллюстрации зообентоса рек Днестр и Прут	214

ВВЕДЕНИЕ

Исследования, направленные на выявление особенностей функционирования речных экосистем в Республике Молдова, являются научной основой для рационального использования водных экосистем. Важность этого вопроса неоспорима, поскольку объем имеющихся в стране водных ресурсов составляет всего около 500 м³ пресной воды на человека в год (Planul de gestionare a districtului bazinului hidrografic Nistru, 2017). Именно поэтому Республика Молдова относится к категории стран с недостаточным количеством пресной воды и с повышенным риском от последствий изменения климата.

По данным Всемирной Метеорологической Организации (WMO), 2015 - 2022 годы были самыми теплыми годами за последние 170 лет, а июль 2023 года - самым жарким за всю историю наблюдений. Следовательно, исследования по оценке воздействия различных факторов на водные ресурсы страны необходимы. Изучение водных экосистем и их обитателей на территории Республики Молдова служат научной основой для принятия решений по сохранению водных ресурсов и биоразнообразия в водоемах нашей страны.

Одной из ключевых групп гидробионтов по биоразнообразию и вкладу в функционирование водных экосистем является зообентос или бентосные макро-беспозвоночные (от греч. βένθος — глубина). Зообентос – это экологическая группа животных, характеризующаяся связью с субстратом, как с точкой опоры (Жадин, 1952). Макрозообентос - группа бентосных беспозвоночных, размером тела более 2 мм, обитающих на дне водоемов различного типа и на различных подводных субстратах.

Ряд исследователей выделяет бентосных беспозвоночных, обитающих на погруженных в воду объектах, в отдельную жизненную форму – перифитон (от древнегреческого περιφύω – расти вокруг, обрастать) (Константинов, 1986; Скальская, 2002; Протасов, 2010). Некоторые авторы рассматривают гидробионтов, приспособленных к существованию на макрофитах как зоофитос. Однако большинство авторов включают такие биотопические группировки гидробионтов как перифитон и зоофитос в понятие зообентоса (Жадин, 1952; Мордухай-Болтовской, 1975; Rosenberg, Resh, 1993; Strayer, 2009). Ряд исследователей считает, что перифитон – это прежде всего водоросли и цианобактерии, которые являются первичными продуцентами и служат важным звеном пищевых цепей в речных экосистемах (Li et al., 2010).

ВВЕДЕНИЕ

В состав макрозообентоса обычно входят: олигохеты, моллюски, ракообразные, поденки, ручейники, хирономиды и другие группы донных беспозвоночных. Бентосные макробеспозвоночные играют важную роль в водных экосистемах, участвуя в процессах самоочищения, а также служат пищей для рыб, птиц и других животных. Они также участвуют в биогеохимическом круговороте многих элементов в системе "вода – гидробионты – донные отложения" и в процессе возврата биогенных веществ из водной среды в наземную за счет массового вылета из водоемов имаго амфибионтных насекомых.

В зависимости от типа водоема различают зообентос проточных и застойных водоемов (Жадин, 1952, AQEM 2002), а также зообентос речных водохранилищ, как промежуточную форму (Константинов, 1986). Бентос проточных водоемов характеризуется наибольшим таксономическим разнообразием, поэтому изучение зообентоса Днестра и Прута имеет важное значение для исследования общего фаунистического разнообразия в Республике Молдова.

В то же время, структурно-функциональные показатели макрозообентосных сообществ используются для оценки ретроспективного и актуального состояния водной среды как в Республике Молдова, так и во многих других странах. Эти показатели учитывают и при оценке климатических изменений. Бентосные макробеспозвоночные являются широко используемой индикаторной группой при оценке качества воды в лотических системах по всему миру (Schmutz, Sendzimir, 2019). Использование бентосных макробеспозвоночных в биоиндикации имеет много преимуществ, поскольку они составляют значительную часть общего биоразнообразия пресноводных экосистем и играют важную роль в их функционировании.

Различные группы зообентоса используются в качестве биоиндикаторов качества водной среды, поскольку они являются малоподвижными животными, специализированными для обитания на определенных субстратах. Важным моментом является и их относительно большая продолжительность жизни по сравнению, например, с планктонными гидробионтами. Так, продолжительность жизни макробентосных беспозвоночных варьирует от 3 месяцев у многих олигохет и амфибионтных насекомых до 15 лет у некоторых видов двустворчатых моллюсков. Именно по этой причине изучение структурно-функциональных показателей бентосных сообществ позволяет адекватно оценивать изменения качества водной среды и вносить важный вклад в разработку методов сохранения биоразнообразия с учетом различных факторов.

Факторами, влияющими на формирование бентосных сообществ в речных экосистемах, являются в первую очередь климат, скорость течения, субстраты,

ВВЕДЕНИЕ

наличие источников загрязнения, в том числе биологического, и ненарушенность местообитаний.

Структурные и функциональные характеристики бентосных сообществ отражают кумулятивное воздействие окружающей среды на состояние водных экосистем. Ответом на увеличении степени воздействия негативного фактора является исчезновение индикаторных таксонов, достигших предела толерантности (Унифицированные методы, 1983). И это – одна из общих закономерностей функционирования гидробиоценозов.

Значение биоиндикации при определении качества воды возросло в связи с внедрением требований Водной Рамочной Директивы (ВРД) Европейского парламента и Совета Европейского Союза (WFD, Directive 2000/60/EC). В соответствии с Приложением XI ВРД (Система А: Экорегионы для рек и озер), территория Республики Молдова принадлежит к двум экорегионам: 12 – Понтийская провинция и 16 – Восточные равнины. Директива рекомендует, чтобы для каждого водного бассейна была разработана система эталонных участков, поскольку участки водоемов с эталонными условиями являются основой оценки качества поверхностных вод в ЕС. Водосборные бассейны рек Днестр и Прут в той или иной степени располагаются на территории стран ЕС: Польши и Румынии, что предполагает выполнение требований ВРД по отношению к трансграничным европейским водотокам со стороны всех стран, использующих экосистемные услуги этих рек, включая также Украину и Республику Молдову.

В соответствии с методологией ВРД, состояние популяций макробентоса является одним из ключевых элементов оценки качества поверхностных вод, как в текущих, так и в стоячих водных экосистемах (Verdonschot, Nijboer, 2004). Именно поэтому особое внимание в данной работе уделено таким представителям макробентосных беспозвоночных, которые широко известны в качестве видов-индикаторов, а именно моллюскам, ракообразным и поденкам. Изучение представителей этих групп имеет важное значение еще и потому, что в их число входят редкие виды из Красной книги Республики Молдова, а также виды, включенные в список 100 самых опасных инвазивных видов (100 of the World's Worst Invasive Alien Species, 2018).

Исходя из вышесказанного следует, что изучение зообентоса рек Днестр и Прут является актуальной темой и имеет большое значение для изучения фаунистического биоразнообразия пресноводных экосистем Республики Молдова, закономерностей их функционирования и разработки научно обоснованных рекомендаций для их сохранения.

ГЛАВА I. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕНТОСНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

1.1 Исследования бентосных беспозвоночных в мире

Первые упоминания о беспозвоночных животных можно найти у греческого философа Аристотеля (384 – 322 до н. э.) в книге «Τὼν περὶ τὰ ζῷα ἱστορίων» (История животных), где он дает описание «животных без крови», в том числе моллюсков, ракообразных и насекомых (Rapp, Primavesi, 2020).

В 1758 году шведский учёный Карл Линней издает труд «*Systema naturae*» (Система природы), ставший одной из основополагающих работ в области современной систематики и биномиальной номенклатуры не только для представителей зообентоса, но и для всего животного и растительного мира (Linnaeus, 1758).

Среди бентосных беспозвоночных одной из наиболее интересных групп насекомых с давней историей исследования являются поденки. Существенный вклад в изучение личинок этих амфибионтных насекомых, которые обитают в различных водоемах, внес Вайсьер (Vaussière, 1882), опубликовав работу «*Recherches sur l'organisation des larves des Ephemères*» (Исследования по организации личинок поденок). Среди публикаций о систематике поденок следует отметить работу Итона (Eaton), изданную в период с 1883 до 1888 гг., "A revisional Monograph of the recent Ephemeridae or Mayflies", которую можно назвать отправной точкой для всех современных исследователей этой группы беспозвоночных.

Большой вклад в изучении экологии, морфологии, зоогеографии Понто-каспийских ракообразных внесли работы Чернявского В.И. (Czerniavsky, 1882), Băcescu (1954), Cărăușu et al., (1955), Мордухай-Болтовского (1964), Дедю (1967, 1980).

Необходимо отметить, что современные работы по изучению зообентоса включают исследования в различных областях: от классической систематики и использования ДНК, до экологических особенностей мониторинга и биогенной миграции микроэлементов. Основными направлениями исследований донных беспозвоночных являются следующие: биоразнообразие (Dudgeon et al., 2019), аквакультура (Hooper et al., 2023), самоочищение (Howard, Cuffey, 2006), миграция химических элементов (Zubcov, 1999), мониторинг (Grizzetti et al., 2019; Li et al., 2010), редкие и охраняемые виды (Böhm et al., 2021), инвазивные виды (Mahapatra et al., 2023), сохранение биоразнообразия (Pusch, Hoffmann, 2000; Ferreira-Rodríguez et al., 2019), оценка биоразнообразия в функционировании

экосистем (Covich et al., 2004), а также основанное на исследованиях устойчивое планирование и управление пресноводными экосистемами (Covich et al., 2004).

Одним из направлений в исследованиях по управлению пресноводными экосистемам является раннее выявление редких и инвазивных видов. Для эффективного управления их популяциями был разработан ряд новых методов. К ним относятся, например, методы исследования ДНК окружающей среды (эДНК), представляющие собой новую область молекулярной экологии (Goldberg et al., 2016). Эти методы использовались для мониторинга некоторых беспозвоночных в водных экосистемах европейских стран (Vincent et al., 2023).

Экологическая ДНК (эДНК) позволяет обнаруживать находящиеся под угрозой исчезновения животных или другие организмы и идентифицировать виды, способные нанести вред экосистеме. В свою очередь эДНК – это ДНК, собранная из различных образцов окружающей среды, включая воду. Так, например, во Франции были проведены исследования двустворчатых моллюсков с использованием эДНК. Для идентификации видов было собрано шесть наборов данных COI: три для родов *Anodonta*, *Potomida* и *Leguminaia* и три для групп *crassus*, *pictorum* и *tumidus* рода *Unio*, со всеми новыми секвенированными и опубликованными последовательностями (Vincent et al., 2023). Затем к каждому набору данных COI были применены три различных метода для определения количества молекулярных операционных таксономических единиц (MOTU, Molecular Operational Taxonomic Units). «Операционная таксономическая единица» это группа организмов, эквивалентная, но не обязательно совпадающая с классической таксономией Линнея. Эти исследования позволили выявить новые точки распространения редких и инвазивных видов, не выявленные классическими методами. Таким образом, использование эДНК позволяет проводить эффективную оценку распространения видов, что наиболее важно для редких видов, при определении их природоохранного статуса или выявлении инвазивных видов (Vincent et al., 2023).

К новым методам исследования можно отнести применение современных аппаратов для изучения глубины и рельефа дна водоемов, позволяющие создавать трехмерные модели рельефа дна в цифровом виде. Эта информация очень важна для поиска и сохранения популяций редких видов гидробионтов, а также для изучения локализации инвазивных видов. Необходимо отметить, что и в Республике Молдова проводились такие работы. Например, Государственная Гидрометеорологическая Служба (Serviciul Hidrometeorologic de Stat, SHS) в рамках международных проектов проводила батиметрические исследования рельефа дна реки Днестр (Рис. 1.1.1). (<https://old.meteo.md/mold/nov06022013.htm>)

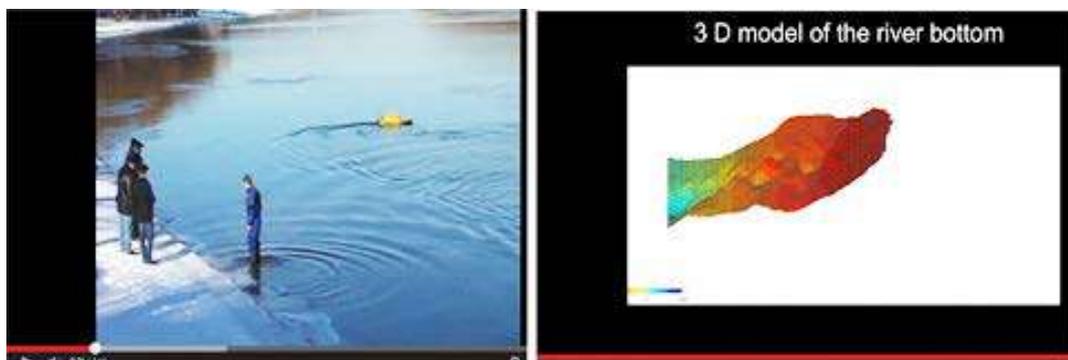


Рис. 1.1.1 Использование Z-Boat службой SHS для батиметрической оценки рельефа дна реки Днестр и 3D модель, созданная на основе полученных данных (Hydrometrics s.r.o.)

Также интересно отметить тот факт, что в рамках международного сотрудничества SHS предоставляет информацию с автоматических гидрологических постов наблюдения, что дает возможность иметь точные данные об уровне воды, как на данный момент времени, так и ретроспективном аспекте (Рис. 1.1.2). Эта информация очень востребована при изучении зообентоса, поскольку уровень воды в водотоках является одним из основных факторов, определяющих состав сообществ донных гидробионтов.

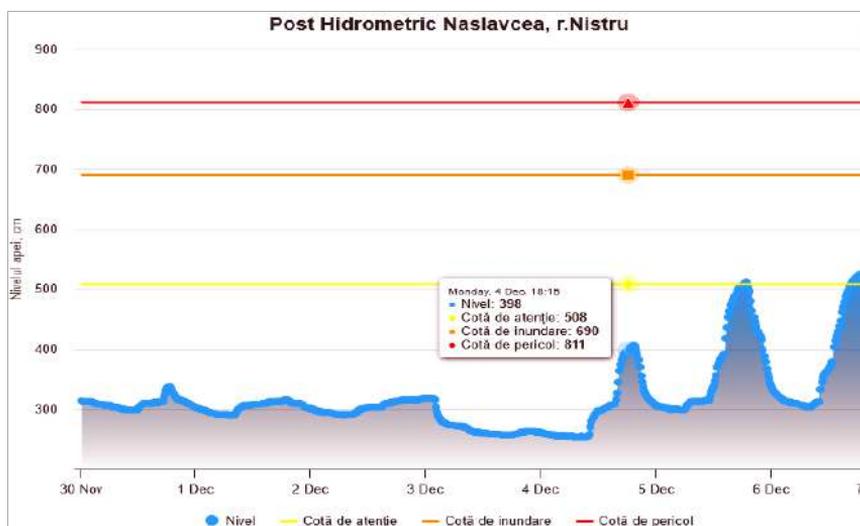


Рис. 1.1.2 Информация SHS о динамике уровня воды в реке Днестр, гидрологический пост Наславча (http://www.meteo.md/images/!dan/level_nasl.html)

Среди полезных для исследования бентоса устройств, которые автор имел возможность протестировать на среднем участке реки Дунай, можно отметить многопараметрические зонды Hydrolab MS5/DS5. Их используют в разных странах для измерения в режиме реального времени до 15 параметров, таких как: глубина, температура, электропроводность, содержание растворенного кислорода, pH и других параметров поверхностных вод, оказывающих влияние на формирование сообществ гидробионтов.

Для определения факторов, оказывающих влияние на распространение различных видов гидробионтов, разработаны концепции, описывающие организацию речных экосистем (Алимов, 2000; Алимов и др., 2013). Их можно разделить на концепции непрерывности и дискретности. В концепции непрерывности наибольшее распространение получила концепция «речного континуума» (Vannote et al., 1980). Также хорошо известна концепция «динамики пятен» (Townsend, 1989). Однако, по мнению Алимова с соавторами (Алимов и др., 2013), эти понятия следует рассматривать как взаимодополняющие, что отражено в концепции «реобиома» как совокупности организмов, обитающих в пределах речного континуума. В англоязычной литературе это соответствует понятию «метасообщества» (Leibold et al., 2004).

Существование речных экосистем, вне зависимости от концепций их описывающих, в настоящее время находится под угрозой. Согласно классификации (Dudgeon et al., 2006), выделяют 5 категорий угроз экологическому состоянию водотоков: колебания уровня воды, чрезмерная эксплуатация, загрязнение, нарушение среды обитания и инвазии. Исследуя глобальные угрозы водной безопасности и речному биоразнообразию, также добавляют: регулирование водотоков, фрагментацию рек, водозабор и водопотребление (Vorosmarty et al., 2010). Все вышеперечисленные риски и угрозы для речных экосистем в целом, и биоразнообразия в частности, существуют и на территории Республики Молдова (Rivers of Europe, 2022).

Биоразнообразие – это часть общего разнообразия в природе, относящаяся к живым организмам и системам надорганизменного уровня (Протасов, 2002). Биоразнообразие – это уникальная особенность живой природы, благодаря которой создается структурно-функциональная организация экосистем (Алимов, 2006). В исследованиях отмечается необходимость охраны биологического разнообразия в пределах именно экосистем, а также большую устойчивость эволюционно более старых экосистем к внешним воздействиям, по сравнению с молодыми (Алимов, 2006).

Само по себе разнообразие видов не увеличивает стабильность сообщества, однако увеличивает эффективность использования ресурсов и суммарную биомассу сообщества. В свою очередь, накопленная биомасса «гасит» колебания внешней среды через обратные связи с биотическими и абиотическими компонентами (Tilman et al., 1996).

На данный момент нет достаточных знаний для того, чтобы точно определить отдаленные последствия исчезновения каждого вида, поэтому «избыточное» разнообразие – это резерв для адаптации к изменениям среды, основа устойчивости сообщества в долгосрочном аспекте (Peterson et al., 1999).

Экосистема имеет сложную систему прямых и обратных связей, поддерживающих гомеостаз системы в определенных параметрах окружающей среды (Одум, 1975). Стабильность (устойчивость) экосистемы, зависит от ее способности противостоять внешнему воздействию. Выделяют два типа стабильности экосистем: резистентная устойчивость (local stability) - это способность экосистемы сопротивляться нарушениям, поддерживая неизменной свою структуру и функцию, и упругая устойчивость (global stability) - это способность системы восстанавливаться после того, как ее структура и функция были нарушены (Одум, 1975).

Связывая устойчивость и биоразнообразие, необходимо отметить, что устойчивость зависит от большого набора факторов, среди которых сильнее действует тот, который близок к пределу выносливости организмов (закон Шелфорда) (Shelford, 1931). Следовательно, для определения устойчивости экосистемы необходимо изучить диапазон всех условий (физических, химических, биологических), при которых обитает популяция в данной экосистеме.

Пресноводные экосистемы: озера, водохранилища и реки покрывают лишь 2,3% поверхности Земли, однако в этих экосистемах обитает не менее 9,5% описанных видов животных Земли (Reid et al., 2018). Кроме того, согласно индексу живой планеты Всемирного фонда природы (World Wide Fund for Nature's Living Planet Index), численность пресноводных популяций сократилась на 83% в период с 1970 по 2014 и происходит быстрее, чем в морских и наземных экосистемах (Reid et al., 2018). Основные нагрузки на пресноводные экосистемы были рассмотрены в работе (Dudgeon et al., 2006) это: чрезмерная эксплуатация, загрязнение, колебания уровня воды, нарушение среды обитания и биологические инвазии. Со временем эти процессы усилились и появились новые угрозы, для биоразнообразия и сохранения окружающей среды, такие как: новые загрязняющие вещества; наноматериалы; загрязнение микропластиком;

светошумовое загрязнение; засоление пресной воды; кумулятивный стресс (Reid et al., 2018).

Почему биоразнообразию важно? В 2022 году этот вопрос рассматривался на уровне генерального секретаря ООН, который в своем докладе, основанном на многочисленных исследованиях проведенных по всему миру, привел следующие факты: «Существование человеческой цивилизации напрямую зависит от ресурсов биоразнообразия. Рыбы обеспечивают около 20% животного белка, необходимого для питания примерно 3 миллиардов человек, а растения обеспечивают остальные 80%. При этом около одного миллиона видов животных и растений в настоящее время находятся под угрозой исчезновения. Утрата биоразнообразия угрожает всем. Доказано, что это может привести к распространению зоонозов – заболеваний, передающихся от животных к человеку. Природные условия во всем мире ухудшаются с беспрецедентной в истории человечества скоростью. Вымирание ускоряется, а здоровье экосистем ухудшается быстрее, чем когда-либо прежде» (Antonio Guterres <https://news.un.org/ru/story/2022/05/1424352>).

Необходимость решения проблем, связанных с вышеперечисленными угрозами, привела к созданию концепции «Жизнь в гармонии с природой» (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>). Эта концепция ориентирована на создание мира, в котором «к 2050 году биоразнообразию будет цениться, сохраняться, восстанавливаться и использоваться разумно, поддерживая экосистемные услуги и здоровое состояние планеты и принося необходимые выгоды всем людям» https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0015_RO.html. Здесь же отмечается возможность достижения природоохранной выгоды в результате внедрения таких новых инструментов управления, как использование ДНК окружающей среды, а также осуществления конкретных действий, направленных на восстановление мест обитания, например, снос плотин, политика защиты среды обитания, управляемое перемещение видов. Нужно отметить, что на данный момент степень достигнутого успеха была разной (Reid et al., 2018, Grizzetti et al., 2019). Требуется усиление мер по обращению вспять глобальных тенденций деградации пресноводных экосистем и борьбы с растущими темпами исчезновения видов. Необходимы новые подходы, для управления пресноводными экосистемами, как важнейшими экосистемами для жизнеобеспечения человека.

1.2 История исследований бентосных беспозвоночных в Республике Молдова

Бентосные макробеспозвоночные – это животные, обитающие на дне и в грунте различных водоемов, и на различных типах подводных субстратов. Они представлены в основном, следующими таксономическими группами: олигохеты, моллюски, ракообразные, личинки амфибионтных насекомых, такие как хирономиды, поденки, веснянки, ручейники, стрекозы и др.

Первые сведения о пресноводных моллюсках на территории Республики Молдова, можно найти у Мейера (Мейер, 1794). Позднее Клессин в 1887 г. опубликовал информацию о моллюсках верхнего Прута (Clessin, 1887). Остроумов (1897) и Лебедев (1915) опубликовали некоторые данные о моллюсках Днестра.

Первые сведения об амфибионтных насекомых на территории нашей страны были опубликованы в начале 20 века Миллером и Зубовским (1917). Здесь следует отметить также публикации Бучинского (1915) о гидробионтах реки Днестр и Пренделя (1923) о пиявках плавней Днестра. Бенинг (1939) в своей работе рассматривал вопросы, связанные с Понто-каспийской фауной реки Днестр, а Жадин (1929) писал о встречавшихся здесь моллюсках. Исследования Шелленберга (Schellenberg, 1937) были посвящены ракообразным, в том числе наиболее распространённым в малых реках Молдовы гаммаридам – *Gammarus kischineffensis* Schellenberg, 1937. Моташ и Бэческо в 1936 году исследовали поденок и зарегистрировали эндемиков Днестра *Behningia lestagei* Motaş & Băcesco, 1937 (*Behningia ulmeri*) (Motaş, Băcesco, 1937). В 30-е годы Макаровым (Макаров, 1938) было осуществлено изучение моллюсков и ракообразных нижних участков рек Северного Причерноморья, включая Дунай и Днестр (до Тирасполя).

Однако все эти исследования были фрагментарными. Комплексные исследования донных макробеспозвоночных начались в 1946 году и продолжаются уже около 80 лет. За эти годы были изучены видовое разнообразие основных групп зообентоса, а также их структурно-функциональная роль в экосистемах Республики Молдова.

Основными направлениями проведенных исследований зообентоса были следующие: оценка биоразнообразия, значение для рыболовства и аквакультуры, роль в самоочищении, значение в миграции химических элементов, определение влияния антропогенных факторов на макробентос, оценка как индикаторов сапробности и трофического состояния водоемов и роль в мониторинге качества воды; редкие, охраняемые и инвазивные виды.

Изучение макробеспозвоночных является важной частью исследований фауны Республики Молдова. Однако эти исследования мало известны международ-

ному научному сообществу, прежде всего, из-за ограниченности доступа к специальной литературе, изданной на русском языке: Ярошенко М.Ф. (1957, 1964, 1973), Дедю И.И. (1967, 1980), Владимирова М.З. (1975, 1977, 1980, 1984, 1986), Тодераш И.К. (1983a, 1983b, 1984, 1991) и другие.

Первый таксономический список зообентоса Днестра был опубликован Ярошенко М.Ф. и его сотрудниками в 1957 году, на основе собранных и обработанных 1400 проб донных беспозвоночных. В этот список вошли 415 таксонов водных макробеспозвоночных разного таксономического уровня. Исследования проводились на верхнем, среднем и нижнем участках р. Днестр, точнее от г. Галича до устья Днестра и в устьях некоторых притоков Днестра. В пределах изученного сектора реки (1160 км) было выбрано 18 основных и 20 дополнительных точек отбора проб. При этом начальная и конечная точки находились на территории Украины.

В этой работе были отмечены особенности распределения видов в верхнем, среднем и нижнем участках Днестра, определены 123, 187 и 218 таксонов соответственно. При этом для каждого из участков было выявлено по 12–14 доминантных видов и отмечена связь распределения донных беспозвоночных с качеством субстрата и скоростью течения воды (Ярошенко, 1957).

В 1984 году была опубликована монография И.К. Тодераша «Функциональное значение хирономид в экосистемах водоемов Молдавии», в которой был дан всесторонний анализ фауны, экологии и роли в биотическом балансе разнотипных водоемов личинок хирономид. В частности было отмечено, что энергетический баланс бентоса зависит от типа водоема, однако прежде всего, определяется личинками мирных хирономид. Например, в прудах вклад личинок мирных хирономид – это 96% потока энергии, а в русле Днестра всего около 1% (Тодераш, 1984). Было оценено влияние комплекса антропогенных факторов на фауну хирономид, поведенческие реакции хирономид, интенсивность потребления кислорода личинками в экспериментальных работах по изучению влияния сточных вод (Тодераш, 1984). Используя основные гидрохимические и биологические показатели, были установлены сапробная валентность, индикаторный вес и среднее значение индекса сапробности для 18 видов и форм личинок хирономид, поскольку эти индексы могут быть различными для разных регионов. Были приведены данные о питании, обмене и продукции личинок семейства Chironomidae, даны математический анализ и интерпретация экспериментальных данных. Данная работа внесла существенный вклад в установление количественных закономерностей проявления ряда биологических явлений, что, в свою очередь, послужило вкладом в разработку теории биологической продуктивности водных экосистем.

Большое количество проб отбиралось в экспедиционных выездах на специально оборудованном судне АН МССР «Штиинца». Всего было собрано и обработано более 2000 проб (Годераш, 1984) в бассейне реки Днестр, его русловой части и притоках. Отбор проб проводился также в ручьях, родниках, в водохранилищах, колхозных прудах, а также в озере Кагул (бассейн реки Дунай).

Индикаторные данные личинок хирономид, приведенные в выше упомянутой монографии, и сегодня широко используются при оценке качества поверхностных вод как в Республике Молдова, так и в других странах. На исследованной автором территории было идентифицировано 178 таксонов, из которых 64 были отмечены впервые, а некоторые стали новыми и для водоемов бывшего СССР (Годераш, 1984). В значительной степени этому способствовало появление новых определителей, более детальная идентификация видов и широкий охват различных типов водоемов на территории Молдовы.

Другая группа бентосных беспозвоночных, детально исследованная в водоемах Республики Молдова до 1980 года, это амфиподы и мизиды. Данные об этих ракообразных представлены в работах Дедю И.И. 1967 и 1980 годов: «Амфиподы и мизиды бассейнов рек Днестра и Прута» и «Амфиподы пресных и солоноватых вод юго-запада СССР». В работе 1967 года приводятся данные об экологии, распространении и зоогеографии амфипод и мизид. Автор изучал фауну амфипод различных типов водоемов: источников, ручьев, прудов, водохранилищ, малых и крупных рек Днестровско-Прутского междуречья.

Необходимо отметить, что амфиподы, благодаря их широкой экологической валентности, обитают практически во всех типах морских, солоноватых и пресноводных водоемов, как поверхностных, так и подземных. Однако, несмотря на такие широкие адаптивные возможности, они отчетливо реагируют даже на незначительные изменения окружающей среды. В первую очередь это относится к температуре, солености и содержанию кислорода. Среди рассмотренных видов амфипод, 4 были новыми для науки, а один – новым для юго-запада СССР. Была дана оценка роли Понто-каспийской фауны в формировании бентофауны различных водоемов.

Большое внимание уделялось хозяйственному значению амфипод и, в первую очередь, их роли в питании рыб, а также мероприятиям по вселению и акклиматизации Понто-каспийских амфипод в различные водохранилища (Дедю, 1980).

Благодаря этим работам, в которых приведены данные об экологии, распространении и зоогеографии амфипод и мизид, показано, что состав амфипод достаточно точно отражает тип водоема и диапазон изменений основных гидрологических, гидрохимических и гидробиологических факторов.

Важную роль в водных экосистемах играют моллюски, исследованиям которых была посвящена работа «Малакофауна водоемов бассейна Днестра» (Гонтя, 1985). На основании литературных данных, начиная с заметок Мейера (1794) и работ Ярошенко (1957, 1977), и собственных данных, собранных с 1967 по 1980 гг., автором были показаны изменения, произошедшие в составе малакофауны различных типов водоемов Днестровского бассейна (Гонтя, 1985).

При изучении малакофауны водоемов бассейна Днестра (Гонтя, 1985) было собрано более 1100 проб. Материал отбирался в верхнем, среднем и нижнем течении Днестра, его притоках, Дубоссарском водохранилище, Днестровском и Кучурганском лиманах и пойменных водоемах. Был составлен список из 76 видов и разновидностей малакофауны Днестра, из них 52 вида гастропод и 24 вида двусторчатых моллюсков (Гонтя, 1985).

Впервые для Республики Молдова в список таксонов были включены 18 видов моллюсков, при этом наибольшее разнообразие было отмечено на нижнем участке реки Днестр. Большое разнообразие было зарегистрировано для пойменных водоемов – 46 видов и Кучурганского лимана – 44 вида. В пресноводном Кучурганском лимане сохранились Понто-каспийские реликтовые моллюски, такие как *Turricaspia caspia lincta* (Eichwald, 1838), *Hupanis plicata relicta* (Eichwald, 1829), а также три вида, включенные в Красную книгу Республики Молдова (2015): *Hupanis colorata* (Eichwald, 1829), *H. laeviuscula fragilis* (Milaschewitsch, 1908) и *H. pontica* (Eichwald, 1838). В некоторых случаях, эти моллюски входили в число доминирующих видов, т. е., по оценке автора, «являлись ведущими в донных биоценозах» (Гонтя, 1985).

В данной работе отмечено хозяйственное значение моллюсков: их роль как кормовых объектов в питании рыб и птиц, а также как промежуточных хозяев в распространении трематодозов сельскохозяйственных животных. Приведены данные о зоогеографической принадлежности моллюсков и видах-индикаторах сапробности водоемов (Гонтя, 1985).

Разнообразие коллембол в Республике Молдова, включая их распространение в прибрежных местообитаниях, было обобщено в аннотированном списке (Vuşmăchiu, 2010). В 2021 году была опубликована монография, посвященная разнообразию коллембол, включающая 270 видов, распространенных в Республике Молдова, из которых 31 вид обитает в водных или прибрежных местообитаниях (Vuşmăchiu, 2021).

Аннотированный список *Culicidae* Республики Молдова в 2013 г. включал 40 видов, из которых 20 – это водные виды (Şuleşco et al., 2013). Список водных жуков был представлен в 2015 г. (Munteanu-Molotievskiy et al., 2015). В 2021 году

был опубликован широкий обзор водных членистоногих Республики Молдова, включивший около 500 видов (Munjiu et al., 2021).

Всего за период более 100-летних исследований было определено около 730 таксонов донных беспозвоночных, из которых, кроме уже упомянутых членистоногих; Mollusca – 81, Polychaeta - 3, Oligochaeta - 94, Hirudinea – 12 и другие группы макробеспозвоночных.

Также была исследована бентофауна различных водохранилищ, таких как Кишкарень, Комрат, Конгаз, Гидигич (Ярошенко, 1964), а также малых водохранилищ: Костешть и Резень (Мущинский, 1970). В рамках исследования формирования биоценозов были изучены донные беспозвоночные озера Кагул, Гоянского залива, рыбоводных хозяйств Гура Быкулуй и Фалешты (Гримальский, 1949, 1950; Ярошенко, 1950, 1964; Гримальский, Мущинский, 1973). Эти данные, а также исследования прудов (Гримальский, Мущинский, 1973) и спектров питания массовых видов рыб внесли важный вклад в развитие аквакультуры Республики Молдова (Владимиров, Тодераш, 2001).

Важным исследованием для развития аквакультуры стала оценка качественного состава и продуктивности макрзообентоса бассейна реки Днестр, проведенная Институтом зоологии Академии Наук Республики Молдова (Toderas et al., 1996). С целью увеличения рыбопродуктивности, данную водную экосистему было рекомендовано заселить лещом *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), белым *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) и пестрым толстолобиками *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845) и плотвой *Rutilus rutilus heckelii* (von Nordmann, 1840). Было установлено, что в естественных водных экосистемах южной части Европы биомасса мягкого зообентоса, необходимая для питания донных рыб, составляет 4-5 г/м² (Toderas et al. 2006).

Изучение влияния гидротехнических сооружений и термического воздействия на экосистемы Днестра и Кучурганского водохранилища проводились разными авторами (Ярошенко, 1964, 1973; Владимиров, 1980; 1986, Филипенко, 1999, Zubkova, 2008, Zubkov et. al., 2019). Результаты исследований сообществ макробентоса Кучурганского водохранилища были изложены в монографии «Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС» (Владимиров, Тодераш, 1988). При этом были сделаны прогнозы относительно возможных изменений и рекомендации по их оптимизации и стабилизации.

Исследование гидрохимических и гидробиологических характеристик Дубоссарского водохранилища в условиях повышенного антропогенного воздействия и разработка рекомендаций по биологической реабилитации этого водоема были представлены в коллективной монографии «Загрязнение и самоочище-

ГЛАВА I. ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ БЕНТОСНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

ние Дубоссарского водохранилища», включая данные по зообентосу (Владимиров, 1977). Дубоссарское водохранилище, созданное в 1954 году, является наиболее изученным водоемом на территории Республики Молдова. Водохранилище относится к проточно-русловому типу, в верхней части которого сохраняется речной гидрологический режим (Бызгу и др., 1964).

До строительства плотины Дубоссарской ГЭС на этом участке реки существовала реофильная фауна, насчитывающая 193 таксона. За период с 1955 по 1959 гг. сотрудниками Института зоологии Академии Наук Республики Молдова было собрано и изучено 1800 проб макробеспозвоночных Дубоссарского водохранилища, которые отбирались, в том числе и с использованием «экспедиционного флота» (Рис. 1.2.1)



Рис. 1.2.1 Экспедиционный флот на стоянке, 1955-1959

(Фотография из Научного отчета Лаборатории гидробиологии по теме:
«Закономерности формирования промысловой ихтиофауны и ее кормовых
ресурсов в Дубоссарском водохранилище»)

Уменьшение биоразнообразия было зарегистрировано уже на следующий год после образования водохранилища: в 1955 г. было обнаружено всего 75 таксонов макробентоса. За последующие 3 года разнообразие бентосных сообществ несколько увеличилось и в 1958 г. составило 119 таксонов (Бызгу и др., 1964). Однако по сравнению с реофильной фауной этого участка Днестра (193 таксона), существовавшей до создания Дубоссарского водохранилища, количество видов сократилось более чем на 60 % (Бызгу и др., 1964). Позже, для улучшения кор-

мовой базы рыб-бентофагов, в Дубоссарское водохранилище из Кучурганского лимана были завезены некоторые Понто-каспийские ракообразные.

По данным Бызгу с соавторами, в 1955 году биомасса донных беспозвоночных на этом участке Днестра составляла 78 кг/га, а к 1959 году она увеличилась в 12 раз и составила 943 кг/га. Было установлено, что после создания Дубоссарского водохранилища реофильная фауна частично сохранилась лишь в верхней его части. В водоеме стали формироваться и преобладать мезосапробные условия. По прогнозам ученых (Бызгу и др., 1964), такие условия должны были сохраняться и в дальнейшем, а вклад моллюсков и ракообразных в качестве кормовой базы для рыб будет только возрастать.

В последующий период было изучено влияние комплекса антропогенных факторов на макробентос Нижнего Днестра (Владимиров, 1980). В 1981-1985 гг. объектом изучения стало биоразнообразие и функциональное значение бентоса. Было показано, что если до строительства плотины Дубоссарской ГЭС на этом участке реки обитало 218 таксонов макробеспозвоночных, то после строительства число видов сократилось на 76 до 142 и изменилась таксономическая структура бентосных сообществ (Владимиров, Тодераш, 1990). Необходимо отметить, что кроме точек отбора проб, расположенных на территории Республики Молдова, в это исследование были включены и данные отбора проб со станции Маяки (Украина), что было обычной практикой в те годы. Отсутствие доступа к этой точке отбора проб в настоящее время усложняет возможность более точной оценки изменений биоразнообразия макробентоса нижнего участка Днестра.

В 1964 году на месте бывшего Кучурганского лимана был создан водоем-охладитель Кучурганской ГРЭС (Молдавская ГРЭС). В период с 1981 по 1985 годы сотрудниками Института зоологии было собрано и проанализировано около 300 проб донной фауны. Установлено, что если до строительства ГРЭС в водоеме насчитывалось 167-200 видов макробеспозвоночных, то после ее ввода в эксплуатацию число видов сократилось почти в 3 раза – до 70 видов (Владимиров, Тодераш, 1988).

Были проведены работы по оценке роли моллюсков и личинок хирономид в процессах самоочищения воды (Владимиров и др., 1976). Было установлено, что популяция самого массового вида моллюсков Кучурганского водохранилища *Dreissena polymorpha* фильтрует 0,56 м³ воды в сутки на каждом квадратном метре площади дна, что в пересчете на водохранилище, составляет 1/6 от его общего объема. В то же время, эта популяция моллюсков осаждают за сутки тонны взвешенных веществ, т.е. около 15 % от их общего содержания во всем объеме воды (Тодераш, Зубкова, 1986).

Исследования роли популяций донных беспозвоночных в циклах биогенной миграции и накоплении микроэлементов показали, что за вегетационный период

(1981-1984 гг.) популяция *D. polymorpha* включала в биотический круговорот 1553,6 кг микроэлементов (Тодераш, Зубкова, 1986).

Изучение циклов биогенной миграции микроэлементов (Зубкова, Тодераш, 1983; Тодераш, Зубкова, 1988; Toderas et al., 1998; Toderas et al., 1999) и роли массовых видов зообентоса в этом процессе показало, что моллюски являются очень важным звеном в поддержании общего экологического равновесия в различных водоемах. Данные, полученные при изучении биогенной миграции в Кучурганском водохранилище, позволили определить, коэффициенты накопления различных микроэлементов в теле бентосных беспозвоночных (Тодераш, Зубкова, 1988). При этом химические элементы определялись в воде, взвешенных веществах, донных отложениях и гидробионтах (Тодераш, Зубкова, 1988).

Было установлено, что личинки мотыля (*Chironomus plumosus*) являются наиболее мощными накопителями свинца и алюминия по сравнению с другими изученными гидробионтами (гастроподы и двустворчатые моллюски). Коэффициент накопления этих металлов в личинках составил 19350 и 68520, соответственно. Содержание микроэлементов в экзuviaх оказалось в 8 – 25 раз выше, чем в имаго *C. plumosus*. Это значит, что линька гидробионтов вносит определенный вклад в миграцию элементов из толщи воды в донные отложения (Тодераш, Зубкова, 1988).

Большой научный и практический интерес в изучении миграции микроэлементов в воде, взвешенных веществах, донных отложениях и гидробионтах представляют работы Зубковой Е.И., в которых дана оценка влияния микроэлементов на внутри водоемные процессы и отдельные виды гидробионтов. За период с 1976 года Зубковой Е. И. были исследованы концентрация и динамика фтора, цинка, марганца, свинца, алюминия, титана, никеля, молибдена, ванадия, меди, серебра и других микроэлементов как в воде, так и в гидробионтах, включая бентосных животных (Zubcov, 1999, Зубкова и др., 2007).

В исследовании пресноводных водоемов, как отмечали Владимиров М.З. и Тодераш И.К. (1990), большое значение имеет изучение биотического круговорота и роль, бентосных макробеспозвоночных в этом процессе. Аналитический обзор литературных данных 1945 – 1979 гг. и материалы собственных исследований за 1981 – 1985 гг. позволили авторам оценить продукцию бентосных сообществ и их роль в самоочищении водоемов, а также увидеть тенденции в изменении структурно-функциональных параметров этих сообществ при усиленном антропогенном воздействии на нижний участок реки Днестр. Были также, определены с учетом региональных климатических условий, Р/В коэффициенты для основных групп макробентоса за вегетационный период (210 дней) (Тодераш, Владимиров, 1990).

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1 Физико-географическая и экологическая характеристика рек Днестр и Прут

На территории Республики Молдова расположены четыре гидрографических бассейна: реки Днестр, реки Прут, малых рек бассейна реки Дунай и малых рек бассейна Черного моря. Площадь водосбора крупнейших рек составляет: Днестра – около 70 % территории страны, Прута – примерно 24 %. В пределах Молдовы Днестр имеет длину 636 км, Прут – 695 км. Длина реки Дунай в южной части республики составляет 480 метров (Рис. 2.1.1).

Бассейны рек Днестр и Прут расположены в зоне с умеренно континентальным климатом, где зима мягкая и короткая, а лето жаркое и продолжительное. Среднегодовая температура воздуха в Республике Молдова колеблется от +7,5°C на севере до +10°C на юге. Средняя температура января составляет -4°C, июля +21°C. Абсолютный минимум -36°C, максимум +41°C. Среднегодовое количество осадков составляет 380 - 550 мм. Территория Республики Молдова относится к зоне недостаточного увлажнения. Около 70 % годового количества осадков выпадает с апреля по октябрь. Наибольшие климатические риски связаны с колебаниями температуры и частыми засухами (Planul de gestionare a districtului bazinului hidrografic Nistru, 2017).

Река Днестр

Днестр, трансграничная река Восточной Европы, имеет общую длину 1350 км (от истока до впадения в Черное море) и является крупнейшей водной артерией Республики Молдова. Исток Днестра находится в Карпатах, недалеко от села Волчье, на территории Украины, на высоте 911 м. На протяжении 142 км Днестр служит естественной границей между Молдовой и Украиной. Бассейн реки Днестр имеет площадь 72,1 тыс. км², из которых 19,2 тыс. км² находятся в пределах нашей страны или 26,5 % общей территории бассейна. Водные ресурсы бассейна Днестра на территории Республики Молдова составляют 10,700 млн м³, из которых около 30 % формируется на территории страны.

Верхний участок Днестра находится на территории Украины. Средний и нижний участки (до села Паланка) расположены на территории Республики Молдова. Глубина реки составляет 0,5 – 1,5 м, а на участках между островами – от 0 до 2,5 м, максимальная глубина достигает 7,7 м. Скорость течения воды

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

колеблется в пределах 0,3 – 0,7 м/сек, а между островами может составлять 2,0 – 2,5 м/сек. (Raport anual. Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chişinău, 2016).

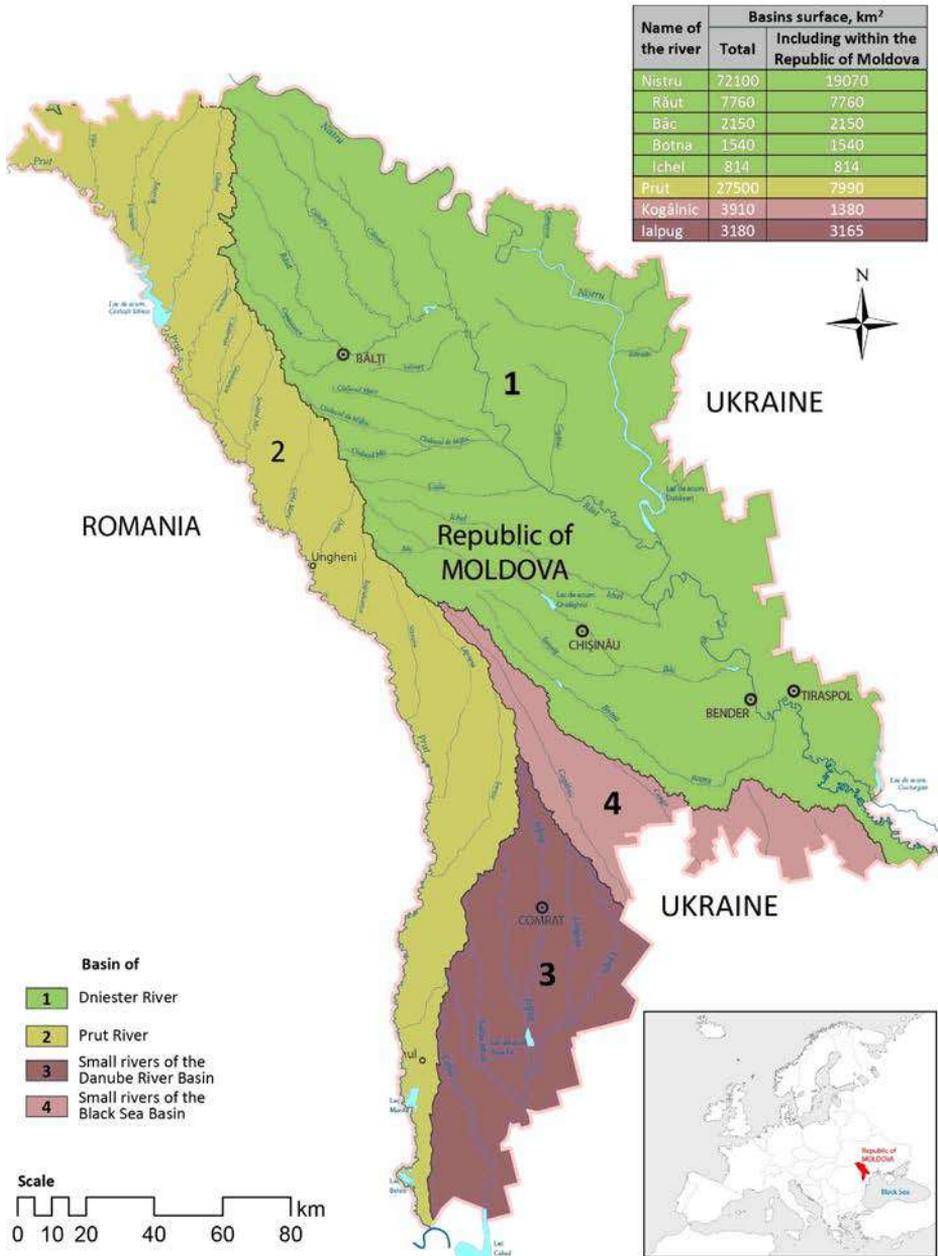


Рис. 2.1.1 Карта водосборных бассейнов Республики Молдова

Дно русла в северной части, преимущественно каменисто-гравийно-галечное, что обусловлено влиянием карпатских притоков, а южнее супесчаное, на нижнем участке суглинисто-песчаное со значительным слоем ила. Берега крутые, высотой 3 - 6 м, глинисто-песчаные с песчаными пляжами и галькой, покрытые травой, деревьями и кустарниками; в преддельтовом районе – низкие, покрытые тростником, а в некоторых местах кустарником (Raport anual. Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chişinău, 2016).

На среднем участке Днестра в 1954 – 1955 гг. было создано Дубоссарское водохранилище и введена в эксплуатацию Дубоссарская ГЭС. Длина водохранилища составляет около 128 км, средняя ширина – 0,528 км, площадь – 67,5 км², средняя глубина – 7,2 м, максимальная – 19 м на нижнем, приплотинном, участке водохранилища. В настоящее время водохранилище частично заилено, поэтому первоначальный объем воды снизился, что привело к изменению водного режима.

Правыми притоками Днестра на протяжении Дубоссарского водохранилища являются реки Резина, Кушмирка и Черная, а левыми – реки Каменка, Рыбница, Белочи, Молокиш, Ягорлык и Подоймица. Густота гидрографической сети на этом участке бассейна Днестра составляет 5 км на площади 100 км², то есть в 5 раз меньше, чем во всем бассейне (Raport anual, Serviciul Hidrometeorologic de Stat, Chişinău, 2016).

Река Прут

Река Прут – последний крупный левобережный приток Дуная, впадающий в него на 174 километре от устья реки Дунай. Прут берет свое начало на горе Говерла, в 15 км от села Ворохта, на территории Украины. Одни источники указывают длину реки 989 км (Бевза и др., 1969), другие – 967 км (River Basin Analysis, 2013). В пределах Республики Молдова длина реки Прут составляет 695 км.

Прут служит естественной границей между Республикой Молдовой и Румынией на протяжении 715 км. Это вторая по значимости река республики после Днестра. Площадь водосбора – 27 540 км², из которых 8300 км² расположены в пределах Молдовы, 8200 км² – на Украине и 11 000 км² в – Румынии (Бевза и др., 1969; Бевза, 1983; River Basin Analysis, 2013)

Бассейн реки Прут имеет серповидную форму, вытянут с северо-запада на юго-восток, длина его оси равна 540 км, средняя ширина – 51 км. Гидрографическая сеть имеет вид клина, в котором хорошо выделен основной водоток. Характерной особенностью сети является отсутствие крупных притоков и большое количество рек длиной менее 10 км.

По физико-географическим особенностям бассейн этой реки делится на три участка: верхний (горный) – от истока до города Черновцы (Украина), средний (холмистый) – от города Черновцы до устья реки Жижия и нижний (равнинный, холмистый) – от устья реки Жижия до впадения в Дунай. Средний и нижний участки расположены на территории Республики Молдова (Бевза и др., 1969).

Средний участок реки холмистый, расчлененный долинами и оврагами; густота сети оврагов составляет 0,9 – 1,2 км/км². Под отложениями лёссов залегают осадочные породы – известняки, глины, песчаники. Преобладают суглинистые черноземы. Русло реки чистое (не покрыто водными растениями), дно неровное, покрыто песком и гравием. Часто встречаются острова и песчаные отмели, способствующие интенсификации перемешивания водных масс. Глубина реки – от 1 до 2 м, на глубоких участках русла и между порогами достигает 4 - 6 м. Скорость течения воды варьирует от 0,4 до 2 м/с.

Нижний участок бассейна представляет собой холмистую равнину, расчлененную речными долинами и оврагами с участками, подверженными эрозии. В основном здесь отмечаются мощные и среднемощные черноземы, суглинистые и глинистые почвы, большей частью малопроницаемые; местами встречаются песчано-илистые почвы с высоким коэффициентом фильтрации. Русло реки не покрыто растительностью, дно неровное, песчаное и илисто-песчаное. Здесь глубина варьирует от 0,4 до 7 м, скорость течения воды – от 0,2 до 0,7 м/с. Долина реки Прут двусторонняя, в среднем и нижнем участках часто заболочена, местами покрыта лесом и кустарником.

В бассейне Прута (в пределах Республики Молдова) находится 32 естественных озера, имеющих площадь более 0,1 км², из которых 29 находятся на нижнем участке. Крупнейшие озера: Фонтан – 1,16 км², Ротунда – 2,08 км², Драчеле – 2,65 км² и Белеу – 6,26 км².

В 1978 году Прут перекрыли плотиной в 576 км от устья. При этом было создано водохранилище Костешть-Стынка, которое заполнялось с апреля 1978 по апрель 1979 года. Длина водохранилища составляет 60 – 90 км, средняя ширина – 1 км, средняя глубина – 12,5 м, но на приплотинном участке достигает 41,5 м. Объем водохранилища оценивают в 735 млн м³ – 1,1 млрд м³, площадь акватории занимает 5 – 9 тыс. га, площадь водосбора. – 12000 км². Подпор водохранилища распространяется до г. Липкань (Бевза, 1983).

Сток реки Прут формируется, в основном, за счет осадков, наиболее интенсивно – во время паводков (в этот период уровень воды может подниматься до 300 см/сут), что дает основание характеризовать тип питания реки как неравномерный, паводковый. Расход воды характеризуется резкими

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

колебаниями от 51 до 478 м³/с. Наименьший расход приходится на зимний период. Годовой расход реки Прут в районе г. Леова составляет 3,103 млрд м³, при этом максимальное значение превышает минимальное в 9 раз (Бевза и др., 1969). Паводковая волна на реке проходит расстояние от истока до устья реки за 10 – 15 дней. Мутность воды в этот период может достигать 12000 г/м³ (Бевза и др., 1969). Прозрачность воды во время паводков не превышает 2 – 6 см, в межень на нижнем участке может достигать 30 см.

Пункты отбора проб

Республика Молдова граничит на западе с Румынией, а на севере, востоке и юге с Украиной. Граница проходит по рекам Днестр и Прут, и частично (480 м) по Дунаю, т.е. эти реки являются для Молдовы трансграничными. Вот почему исследователю макробентоса так важно участие, как в институциональных, так и в международных проектах, какими стали для автора JDDS, JDS3, 11.817.08.13F, 11.817.08.15A, Joint Operational Programme Black Sea Basin (2014 – 2020), MIS ETC 1150, MIS ETC 1676, 15.817.02.27 A. BSB 165 HydroEcoNex (2018 – 2021), BSB 27 Monitox (2018 – 2022).

Регулярный отбор проб зообентоса проводился автором на реках Днестр и Прут с 2007 по 2023 гг. Всего было отобрано более 1800 проб. Пункты отбора проб на реках Днестр и Прут представлены в Таблице 2.1.1.

Таблица 2.1.1 Расположение пунктов отбора проб донных макробеспозвоночных на реках Днестр и Прут на территории Республики Молдова

Днестр	Координаты	Субстраты*	Биотопы
Наславча	48°29'21" / 27°34'54"	валуны, камни, галька, песок	

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вэлчинец	48°26'75" / 27°41'85"	галька, ил, песок, макрофиты	
Сороки	48°08'35" / 28°18'13"	ил, камни, мусор	
Каменка	48°0'45" / 28°42'17"	камни, галька, ил, макрофиты, нитчатые водоросли, песок	
Сэнэтэука	48°0'42" / 28°42'7"	галька, песок, ил, макрофиты, нитчатые водоросли	
Ержово	47°50'10" / 29°01'17"	ил, макрофиты нитчатые водоросли	

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Солончень	47°49'40" / 29°00'40"	ил, галька, песок, макрофиты	
Гояны	47°22'28" / 29°09'12"	макрофиты, ил, песок	
Оксентя	47°22'21" / 29°8'21"	песок, ил, мак- рофиты	
Кочиеры	47°16'58" / 29°07'31"	камни, галька, песок, макрофи- ты	
Устия	47°16'39"/ 29°06'57"	валуны, камни, макрофиты, галь- ка, нитчатые во- доросли, песок	

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

<p>Вадул луй Водэ</p>	<p>47°05'19" / 29°05'22"</p>	<p>камни, галька, нитчатые водо- росли, песок, ил, макрофиты</p>	
<p>Варница</p>	<p>46°52'53" / 29°28'59"</p>	<p>перекаты, песок, камни, ил</p>	
<p>Суклея</p>	<p>46°48'06" / 29°40'04"</p>	<p>ил, камни, песок</p>	
<p>Паланка</p>	<p>46°24'62" / 30°07'92"</p>	<p>ил, макрофиты, песок, галька</p>	

*Субстраты расположены в порядке убывания площади

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Прут	Координаты	Субстраты*	Биотопы
Крива	48°15'14" / 26°39'05"	глина, ил, песок	
Тецкань	48°09'56" / 26°56'03"	перекаты, камни, галька, песок	
Доруйтоареа Ноуэ	47°52'12" / 27°13'47"	песок, ил	
Костешть-Стынка	47°50'26" / 27°13'36"	плотина, бетонные плиты	

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Браниште	47°47'52" / 27°14'19"	камни, галька, песок, макрофиты, поваленные деревья, ветки, корни прибрежных деревьев	
Скулень	47°19'34" / 27°36'40"	песок, ил, галька, корни прибрежных деревьев	
Леушень	46°47'32" / 28°9'17"	ил, песок, глина	
Кагул	45°55'16" / 28°7'33"	ил, песок, камни, корни прибрежных деревьев	
Кышлица-Прут	45°32'57" / 28°9'60"	песок, ил, камни, галька, перекат, корни прибрежных деревьев	

Джурджулешть	45°28'20" / 28°11'46"	ил, песок, глина, порто- вые сооруже- ния	
--------------	--------------------------	--	--

*Субстраты расположены в порядке убывания площади

Кроме установленных станций отбора проб на реках Днестр и Прут, дополнительный материал зообентоса был собран на реке Днестр в Строенцах и Рыбнице; на реке Прут – в Липкань, Ширеуць, Бадражий Ной, Леова, Прутенъ, Унгены, Валя Маре, Котул-Морий, Готешты, Слобозия Маре; в природных озерах Бадельник, Драчеле, Ротунда и Белеу. Пробы зообентоса отбирались также в водохранилищах Кучурган, Гидигич, в рыбных хозяйствах Иванча и Гура-Быкулуй, а также на реках: Бык, Рэут, Лопатник, Раковец, Чугур, Каменка, Рыбница, Белочи, Ягорлык, Балцата. В период 2011 – 2015 гг. был собран зообентос на различных станциях отбора проб на реке Дунай.

2.2 Методы сбора и обработки гидробиологического материала

Сбор проб бентоса проводился посезонно: зимой, весной, летом и осенью. Сбор, обработка и определение донных беспозвоночных выполнялись по общепринятым в гидробиологии методикам, а также по международным и национальным стандартам: AQEM 2002, EN ISO 5667-6:2011, EN ISO 5667-14:2011, ISO 7828:1985, ISO 8265:1988, ISO 9391:1993, SM SR EN ISO 8689-1:2011, SM SR EN ISO 8689-2:2011, SM SR EN ISO 5667-3:2011, SM SR EN ISO 5667-4:2007; Monitoringul, 2015; Кутикова, Старобогатов, 1977; Абакумов, 1983, 1992; Жадин, 1952; Цалолихин, 1994, 1995, 1996, 2000, 2001, 2004; Унифицированные методы исследования качества вод, 1983.

Для отбора количественных проб использовали дночерпатели Петерсена и Экмана с площадью отбора проб 0,025 м² и драгу прямоугольной формы с площадью отбора проб 8 м². Для отбора качественных проб зообентоса также использовали драгу и ручной сбор лимнологическим сачком с разных субстратов (Munjiu et al., 2015, 2020). Именно такое сочетание приспособлений для отбора проб дает наиболее эффективные результаты, например при сборе личинок такого вида как *Palingenia longicauda*, поскольку вышеуказанные дночерпатели поз-

воляют отбирать пробу на глубину субстрата до 17 см. Пробы фиксировали 37 % формалином или 96 % этиловым спиртом.

Массу гидробионтов определяли с помощью аналитических весов ABS 80-4 Kern (0,001 г) и ISOLAB (0,01 г). Численность и биомассу пересчитывали в экз./м² и в г/м².

Для количественной оценки продуктивности различных групп зообентоса использовали средние значения коэффициентов P/B или продукции Cw, рассчитанные для основных таксономических групп (Алимов, 1989; Заика, 1983; Тодераш 1984; Тодераш, Владимиров, 1990).

Для экологической оценки функционирования изучаемых водных экосистем были рассчитаны следующие биоценотические индексы:

Индекс разнообразия Шеннона (Shannon, 1963):

H – индекс Шеннона, бит/особ.;

S – общее число видов;

N_i – численность особей i -го вида;

N – общая численность особей всех видов.

$$H = - \sum_{i=1}^S \frac{N_i}{N} \cdot \log_2 \frac{N_i}{N} \quad (1)$$

Индекс разнообразия Симпсона (Simpson, 1949):

I_s – индекс Симпсона;

S – общее число видов;

p_i – относительная значимость вида (доля, в соответствии с которой вид i представлен в биоценозе);

N_i – численность особей i -го вида;

N – общая численность особей всех видов.

$$I_s = \sum_{i=1}^S p_i^2 = \sum_{i=1}^S \left(\frac{N_i}{N}\right)^2 \quad (2)$$

Индекс сапробности Пантле-Букка (Pantle &

Buck, 1955):

S_i – индекс сапробности;

i – количество таксонов, идентифицированных в пробе;

s_i – сапробное значение i -го таксона-индикатора сапробности;

A_i – значение численности i -го таксона.

$$S_i = \frac{\sum_i s_i \cdot A_i}{\sum_i A_i} \quad (3)$$

Индекс сапробности Зелинки и Марвана (Zelinka &

Marwan, 1961) в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973):

S_i – индекс сапробности;

i – количество таксонов, идентифицированных в пробе;

$$S_i = \frac{\sum_i s_i \cdot A_i \cdot J_i}{\sum_i A_i \cdot J_i} \quad (4)$$

s_i – сапробное значение i -го таксона-индикатора сапробности;

A_i – значение численности i -го таксона;

J_i – индикаторный вес i -го таксона.

Индикаторную значимость таксонов оценивали по спискам сапробных организмов (Унифицированные методы исследования качества вод, 1983; Тодераш, 1984; AQEM, 2002). Особое место в формировании списков индикаторных видов занимает работа Сладечека (Sladeček, 1973). Опубликованный в работе список (с последующими изменениями и дополнениями) включает около 2000 видов гидробионтов.

Учитывая численность видов/таксонов, идентифицированных в количественных пробах, рассчитывали индекс сходства Жаккара (Jaccard, 1901). Этот индекс использовали, чтобы оценить *бета*-разнообразие, которое представляет собой разнообразие между двумя биотопами одной экосистемы или аналогичные биотопы в разных экосистемах. Если сходство видов полное, то значение индекса = 1; если в выборках отсутствуют общие виды, то значение индекса = 0.

Индекс сходства Жаккара (Jaccard, 1901):

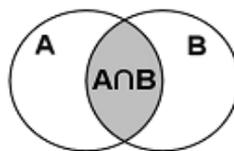
K_j – индекс сходства Жаккара;

A – количество видов/таксонов в биотопе А;

B – количество видов/таксонов в биотопе В;

$A \cap B$ – количество видов/таксонов общих для обоих биотопов.

$$K_j = \frac{A \cap B}{(A + B) - (A \cap B)} \quad (5)$$



Статистическая обработка результатов исследований выполнена в программах Excel, BioDiversityPro, ASTERICS 3.1.11 и STATISTICA 10.1. В работе использована научная и материальная база Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии АНМ, в том числе печатные материалы, коллекции, оборудование и программное обеспечение. Результаты, полученные за период исследований (2007-2023) при изучении таксономической структуры, численности и биомассы макробентоса, сравнивали с данными из литературных источников. Для этого были использованы публикации: Ярошенко (1957), Бызгу (1964), Тодераш (1984, 1990, 1991), Дедю (1967, 1980), Владимиров (1975, 1981, 2001), Гонтя (1985), Шубернецкий (2014) и других исследователей, которые внесли серьезный вклад в изучение макробеспозвоночных на территории Республики Молдова.

2.3 Идентификация таксономических групп зообентоса

Обработку количественных и качественных проб макрозообентоса проводили в лабораторных условиях (Рис. 2.3.1). Материал сортировали и идентифицировали с помощью микроскопа Axio Imager A.2 (Zeiss) и бинокля SteREO Discovery.V8 (Zeiss) до наименьшего возможного таксона, используя специализированные определители: Жадин, 1952; Попова, 1953; Băcescu, 1954; Grossu, 1955; Лепнёва 1964, 1966; Мордухай-Болтовской, 1968, 1969, 1972; Буруковский, 1974; Кутикова, Старобогатов, 1977; Karaman, Pinkster, 1977; Karaman, 1991; Панкратова, 1970, 1983; Качалова, 1987; Цалолихин, 1994, 1995, 1997, 2000, 2001, 2004; Waringer, Graf, 2011; Bauernfeind, Soldán, 2012.



Рис. 2.3.1 Микроскоп Axio Imager A.2 и бинокля SteREO Discovery.V8 в Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии

Идентификация водных беспозвоночных представляет определенную трудность, прежде всего потому, что в списке донных беспозвоночных Республики Молдова насчитывается более 700 таксонов, относящихся к 10 разным типам животных: Porifera, Bryozoa, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematomorpha, Nematoda, Annelida, Mollusca, Tardigrada и Arthropoda. А также потому, что появляются новые методы исследований, систематика продолжает совершенствоваться, многие названия на видовом уровне переходят в категорию синонимов. Например, с увеличением количества данных молекулярных исследований, систематика моллюсков из трибы *Anodontini* (Rafinesque, 1820) за последние несколько лет

была значительно пересмотрена, но до сих пор окончательное решение так и не принято (Smith et al., 2018; Pfeiffer et al., 2019). Общая численность представителей трибы и их филогенетическое родство остаются не определенными, несмотря на полученные результаты исследований, которые включали одновременно морфологический анализ и анализ ДНК (Lopes-Lima et al., 2017).

Примером может послужить исследование, посвященное изучению вида *Anodonta anatina* Linnaeus, 1758 (*A. piscinalis* Nilsson, 1823), в котором приняли участие представители из разных стран, в том числе из Республики Молдова (автор данной монографии). Собранные данные о распространении моллюска *A. anatina* в пресноводных водоемах Северной Евразии были изучены, проанализированы и составлена карта его ареала на этой территории (Рис. 2.3.2). Согласно полученным результатам, представителей вида *A. anatina* пресноводных бассейнов Северной Евразии можно разделить на две линии, различающиеся по генетической структуре и характеру распространения. Одна из этих линий *A. anatina* из Понто-каспийского региона представляет собой генетически богатую и дивергентную группу, которая расселилась в некоторых пресноводных речных бассейнах Восточной Европы, а также Западной и Центральной Азии (Lyubas et al. 2023).

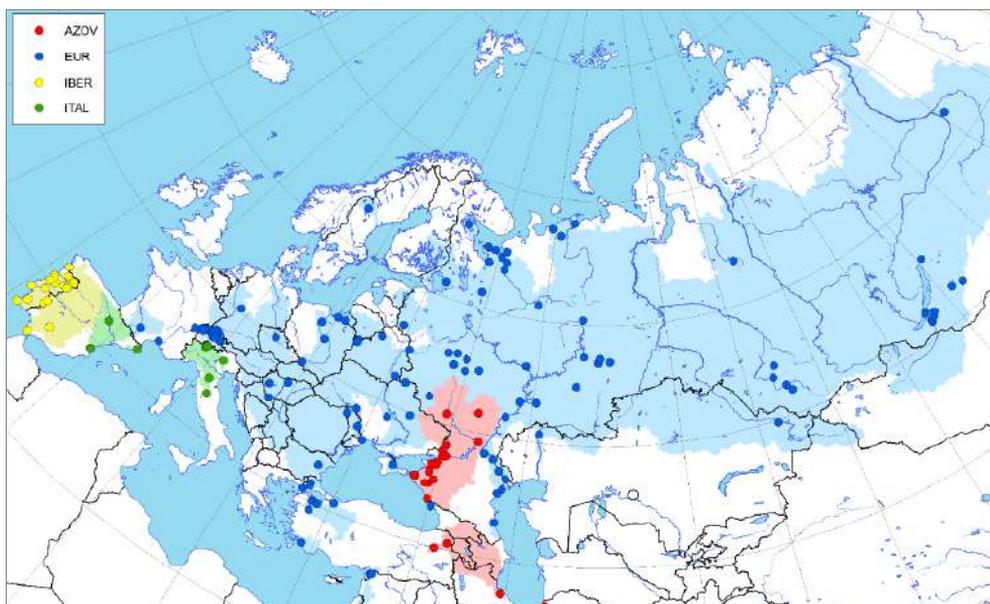


Рис. 2.3.2 Места отбора проб *Anodonta anatina* в пресноводных бассейнах Евразии (по материалам публикации Lyubas et al., 2023)

Проблематичность видовой идентификации моллюсков рода *Anodonta* связана еще и с тем, что многие определения основаны только на конхиологических характеристиках и отсутствием достаточно четких диагностических признаков у беззубок. Как следствие, одни авторы считают этот род одним весьма изменчивым видом, а другие описывают десятки видов. Именно отсутствие «зубов» на раковинах этих моллюсков является одной из основных причин таксономических сложностей и ошибок.

Было доказано, что на формирование раковины и, соответственно, используемые при идентификации конхиологические признаки влияют различные экологические факторы: характер течения, температура и прозрачность воды, pH, концентрации растворенного кислорода, ионов Cl⁻, Ca²⁺ и др., которые разделяются на олиго-, мезо- и политипы в зависимости от экологического спектра этих факторов. Наибольшая изменчивость контуров раковин была отмечена на нижних участках южных рек, таких как Днепр и Днестр (Жадин, 1952). Современные исследования морфометрических параметров раковины беззубки показали, что увеличение выпуклости и толщины створки может быть следствием загрязнения среды обитания тяжелыми металлами. Морфометрические изменения раковины являются адаптивной реакцией противостоять длительному анаэробнозису, где преимущество имеют особи с более высокими значениями этих параметров. Эта особенность послужила причиной большого количества переописанных видов *Anodonta*: например, только для *Anodonta cygnea* Linnaeus, 1758 существует 549 синонимов (Graf, Cummings, 2019).

Видовая идентификация ракообразных осложняется с одной стороны, продолжающейся таксономической ревизией и изменениями не только на видовом уровне, но и в макросистеме ракообразных, включая уровень классов. С другой стороны, определение ракообразных до вида, объективно усложняется и высокой экологической пластичностью многих видов, что ведет к изменчивости морфологических признаков и сложности в определении устойчивых (неперекрывающихся) границ между ними. Это относится, прежде всего, к таким признакам как: количество члеников в антеннах, соотношение между длиной антен, наличием и количеством шипов и щетинок на антеннах, гнатоподах, периоподах, уроподах и тельсоне.

При определении поденок до видового уровня, учитывали, что это амфибионтные насекомые и в определителях, диагностические признаки рассчитаны на зрелых личинок, т.е. с развитыми крыловыми зачатками или личинок последнего возраста (нимфу) (Цалолихин, 1996). Для идентификации изготавливали временные просветленные микроскопические препараты отпрепарированных частей личинок, для дальнейшего просмотра под микроскопом, аналогич-

ные временные препараты использовали во многих случаях и для других групп бентосных беспозвоночных (ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Цветные иллюстрации зообентоса рек Днестр и Прут). Для подтверждения видов используют имаго и взрослую личинку (Рис. 2.3.3).

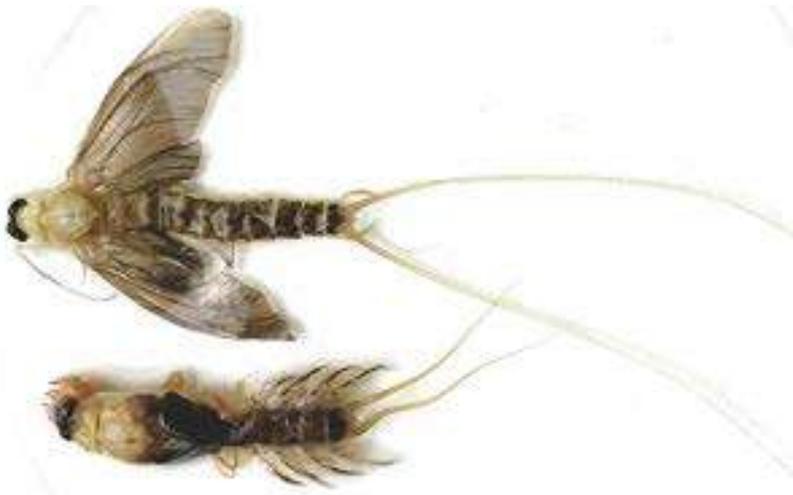


Рис. 2.3.3 Имаго и личинка *Palingenia longicauda* (Olivier, 1791)
(Фотография Мунжиу О)

Для описания новых видов, как и у других амфибионтных насекомых, используют выведение взрослых насекомых из личинок, сохраняя при этом их экзuvia (шкурки) (Цалолихин, 1996).

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА
МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ
МОЛДОВА

Моллюски. Ракообразные. Подёнки

3.1 Таксономическая характеристика и состав малакофауны

Моллюски (*Mollusca*) – одна из самых разнообразных групп животных на Земле, которая по своей численности занимает 2 место после членистоногих. Число современных видов моллюсков (морских, пресноводных и наземных) составляет примерно 90000 (Rosenberg, 2014), число ископаемых – около 100000 (Taylor, Lewis, 2005). Это мягкотелые беспозвоночные животные, тело которых обычно полностью или частично защищено раковиной, состоящей из карбоната кальция, который выделяется мантией – кожной складкой между телом и раковиной моллюска (Рис. 3.1.1, А и Б).

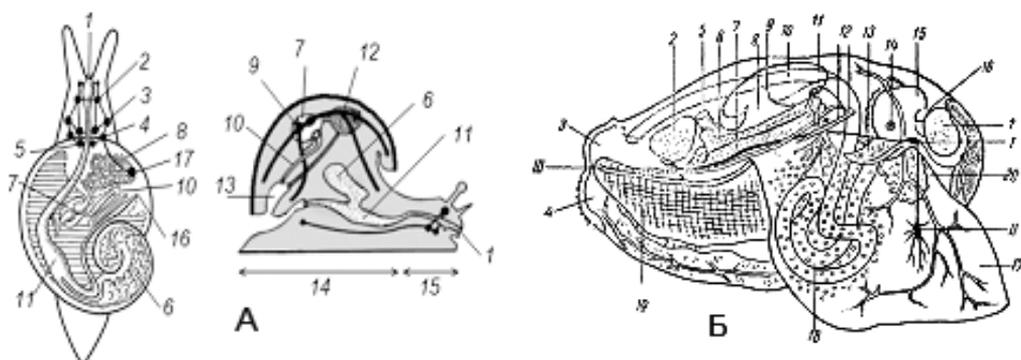


Рис. 3.1.1 А – Схема строения брюхоногого моллюска (вид сверху и сбоку):
1 – рот, 2 – церебральный ганглий, 3 – плевральный ганглий, 4 – париетальный ганглий,
5 – висцеральный ганглий, 6 – печень, 7 – перикард, 8 – легкое, 9 – сердце, 10 – почка,
11 – желудок, 12 – половая железа, 13 – мантийная полость, 14 – нога, 15 – голова,
16 – анальное отверстие, 17 – дополнительный непарный ганглий.

Б – Внутреннее строение двусторчатого моллюска *Anodonta* (мантия и жабры правой стороны удалены) (Жадин, 1952):

I, II, III – головной, ножной и висцеральный нервные узлы; 1 – передний мускул-замыкатель; 2 – задний мускул-замыкатель; 3 – анальный сифон; 4 – жаберный сифон;
5 – задний мускул ретрактор; 6 – верхний отдел боянусова органа; 7 – нижний отдел боянусова органа; 8 – предсердие; 9 – желудочек сердца; 10 – кишка; 11 – сообщение почки с окологерцовой сумкой; 12 – прикрепление двух пластинок внутреннего жаберного листа; 13 – ротовые щупальца; 14 – отверстие протока печени; 15 – желудок; 16 – передний мускул рефрактор; 17 – нога; 18 – половая железа; 19 – внутренняя жабра; 20 – печень.

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Фауна пресноводных моллюсков Республики Молдова относится к двум классам *Gastropoda* и *Bivalvia*. Ключ для определения классов: раковина состоит из одного конического или спирального образования – класс *Gastropoda*; раковина состоит из двух створок, которые могут закрываться и открываться с помощью специальных мышц и лигамента – класс *Bivalvia* (Grossu, 1955). Тело брюхоногих моллюсков *Gastropoda* несегментированное; раковина асимметрична, может быть с крышкой или без. (Рис. 3.1.1, А). Тело двустворчатых моллюсков *Bivalvia* двусторонне-симметричное, раковина образована двумя створками (Рис. 3.1.1, Б; 3.1.2). Стенка раковины состоит из органического конхиолинового наружного слоя (периостракума) и одного или двух слоёв углекислого кальция (остракума и гипостракума). Раковина служит защитным органом и для *Gastropoda*, и для *Bivalvia*. Размеры моллюсков в наших пробах варьировали от 1 до 240 мм.



Рис. 3.1.2: А – *Unio tumidus*, внутреннее строение раковины и В – мягкое тело (Фото Munjiu O.). С – Внутреннее строение двустворчатого моллюска *Unio* по Klishko и др. (2017):

1 - нога, 2 - мантия, 3 - внутренние жабры, 4 - наружные жабры, 5 - входящий сифон, 6 - выводящий сифон, 7 - задняя и 10 - передняя аддукторные мышцы, 8 - супраанальное отверстие, 9 - лабиальные пальпы.

В результате исследований водных экосистем в бассейнах рек Днестр и Прут, реализованных автором монографии в рамках комплексной научной работы Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии на территории Республики Молдова, идентифицировано 84 вида (таксона) моллюсков, из них: 50 – брюхоногие и 34 – двустворчатые моллюски. Исследованные моллюски относятся к 17 семействам: *Neritidae* Rafinesque, 1815; *Viviparidae* J. E. Gray, 1847; *Bithyniidae* J. E. Gray, 1857; *Tateidae* Thiele, 1825; *Hydrobiidae* Stimpson, 1865; *Valvatidae* J. E. Gray, 1840; *Lithoglyphidae* Tryon, 1866; *Melanopsidae* H. Adams & A. Adams, 1854; *Acroloxidae* Thiele, 1931; *Lymnaeidae* Rafinesque, 1815; *Physidae* Fitzinger, 1833; *Planorbidae* Rafinesque, 1815; *Unionidae* Rafinesque, 1820; *Sphaeriidae* Deshayes, 1855; *Dreissenidae* Gray, 1840; *Corbiculidae* Gray, 1847 и *Cardiidae* Lamarck, 1809. В Таблице

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

П.1.1 (ПРИЛОЖЕНИЕ 1) представлен составленный автором **Таксономический список пресноводных моллюсков Республики Молдова** с указанием распределения видов по пунктам отбора проб, расположенных на реках Днестр и Прут, а также отмеченных в работах предыдущих исследователей малакофауны пресноводных водоемов Республики Молдова (включая некоторые наиболее распространенные синонимы использованные в данных работах).

Следует отметить, что вид *Hypanis colorata*, его подвид *H. laeviuscula fragilis*, а также вид *Hypanis pontica* включены в Красную Книгу Республики Молдова. Количество видов и их видовые названия в списках пресноводной малакофауны Республики Молдова у разных исследователей могут различаться. Прежде всего, это связано с использованием разных определителей и с тем, что систематика водных беспозвоночных продолжает совершенствоваться за счет новых методов исследования, как было отмечено выше. Представленный в приложении Таксономический список сократился со 100 до 84 видов по сравнению со списком (Мунжиу, 2012) еще и за счет сведения многих видовых названий в синонимы – в соответствии с современной таксономией. Например, виды *Planorbarius purpura* (Müller, 1774), *P. grandis* (Dunker, 1850) и *P. banaticus* (Lang, 1856) сведены в синонимы вида *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758); вид *Unio longirostris* (Rossmässler, 1836) считается синонимом *U. pictorum* (Linnaeus, 1758), вид *Pseudanodonta rossmaessleri* (Bourguignat, 1870) – синоним *P. complanata* (Rossmässler, 1835), виды *Anodonta piscinalis* (Nilsson, 1823) и *A. zellensis* (Gmelin, 1791) – синонимы *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758) и т.д.

Сокращение количества видов пресноводных моллюсков в реках Днестр и Прут в представленном Таксономическом списке обусловлено также тем фактом, что в настоящее время Лаборатория гидробиологии и экотоксикологии имеет возможность осуществлять отбор проб только в пределах территории РМ, в то время, как в период 1946-1990 гг. молдавские гидробиологи отбирали пробы в бассейнах этих рек от истока до устья. Это позволяло исследовать состояние речных экосистем и на верхних участках Днестра и Прута, и на нижних (включая Днестровский лиман), которые расположены на территории Украины.

Например, в 1985 году был составлен список из 76 видов и подвидов малакофауны реки Днестр (Гонтя, 1985), при этом пробы отбирались в верхнем, среднем и нижнем течении.

Все вышеперечисленное обусловило уменьшение количества видов в таксономическом списке пресноводных моллюсков молдавского сектора рек Днестр и Прут, несмотря на появление и включение в этот список новых видов, таких как *F. californica*, *C. fluminea*, *C. fluminalis*, *S. woodiana* и *P. antipodarum*.

Одной из сложных групп в таксономическом аспекте является и род *Theodoxus*. Теодокусы характеризуется огромной внутривидовой изменчивостью, касающейся формы раковины, ее цвета и узора. Вероятно, и *Theodoxus danasteri* (Lindholm, 1908) обоснованно сводится в синоним *T. fluviatilis* (Linnaeus, 1758), поскольку попадает в его морфологический диапазон, и эти таксоны, скорее всего, конспецифичны (Anistratenko et al., 2020). Однако некоторые из морфотипов теодокусов могут представлять собой гибриды, которые развивались в зоне интеграции пресноводных *T. fluviatilis* и солоноватоводных *Theodoxus pallasi* Lindholm, 1924. Несмотря на долгую историю исследования, фактическое видовое богатство этого рода до сих пор неясно, и многие номинальные виды *Theodoxus* нуждаются в пересмотре, основанном на молекулярном и морфологическом анализе различных видов, морф и разновидностей (Weselingh et al., 2019, Anistratenko et al., 2020).

В настоящее время моллюски, особенно двустворчатые, находятся под серьезной угрозой, их численность в глобальном масштабе сокращается из-за различного антропогенного воздействия. Сохранение среды обитания пресноводных двустворчатых моллюсков имеет важную природоохранную значимость для поддержания экосистемных функций, которые они выполняют (Vaughn, 2018). Являясь биологическими фильтраторами, эта группа бентосных беспозвоночных играет важную роль в процессах самоочищения водоемов.

3.2 Таксономическая характеристика и состав ракообразных

Ракообразные (**Crustacea**) – подтип членистоногих, в состав которого входит более 73000 видов, в том числе более 5000 ископаемых видов (Zhang, 2013). Размеры ракообразных, населяющих различные типы морских и пресноводных экосистем, очень сильно варьируют. Например, паразитические рачки имеют длину тела менее 1 мм (McClain, Boyer, 2009), а размах длины ног японского краба *Macrocheira kaempferi* (Temminck, 1836) может достигать 3,8 м (Burton, Burton, 2002).

Самым крупным представителем ракообразных, обитавшем в водоемах РМ, является широкопалый речной рак *Astacus astacus* (Linnaeus, 1758), длина тела которого достигает 25 см (Geelen, 1978). Этот вид раков, очень требовательный к качеству воды и склонный к заболеваниям, последний раз был отмечен на нашей территории в 1960 году (Дедю, Вальковская, 1961). Отсутствие *A. astacus* в пробах последующих лет может быть связано с загрязнением окружающей среды, общей деградацией среды обитания и интенсивным выловом этого вида.

Другой вид раков, обычно встречающийся в водных экосистемах на территории Республики Молдова – *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) достигает длины 16-18 см.

Наиболее распространенными ракообразными в водоемах Молдовы являются мизиды, амфиподы и кумовые раки (Рис. 3.2.1 – 3.2.2).

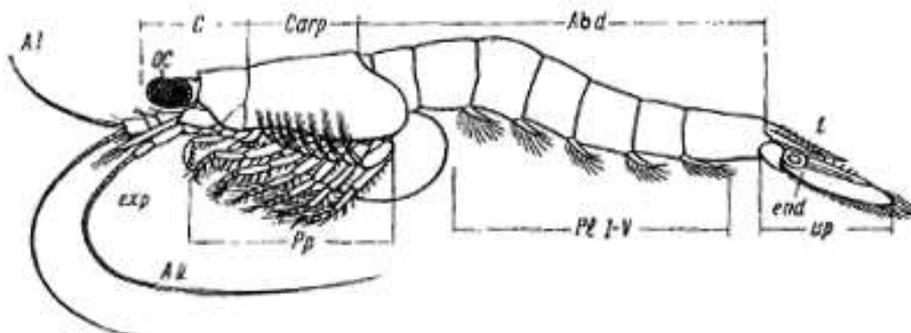


Рис. 3.2.1 Схема строения мизиды (Бирштейн, 1968):

AI, AII - антенны, OC - глаза, C - голова, Carp - карапакс, Abd - брюшной отдел (абдомен), Pp - переподы, Pl - плеоподы, end - эноподит, up - уropод, exр - экзоподит, T - тельсон

Всего на территории Республики Молдова описано 59 видов бентосных ракообразных, которые относятся к 3 классам: Branchiopoda Latreille 1817, Ichthyostraca Zrzavý, Hupša & Vlášková, 1997, Malacostraca Latreille, 1802 и 15 семействам: Cyzicidae Stebbing, 1910; Argulidae Leach, 1819; Triopsidae Keilhack, 1909; Gammaridae Latreille, 1802; Pontogammaridae Bousfield, 1977; Iphigenellidae Kamaltynov, 2002; Niphargidae Bousfield, 1977; Corophiidae Leach, 1814; Pseudocumatidae Sars, 1878; Astacidae Latreille, 1802; Palaemoninae Rafinesque, 1815; Panopeidae Ortmann, 1893; Asellidae Rafinesque, 1815; Janiridae G.O. Sars, 1897; Mysidae Haworth, 1825.

Наиболее многочисленными являются группы: Amphipoda – 32 вида; Cumacea – 9 видов и Mysida – 9 видов. Следует учитывать, что таксономические изменения в макросистеме ракообразных продолжаются даже на уровне классов. Поэтому **Таксономический список бентосных ракообразных** (макробеспозвоночных) Республики Молдова (Таблица П.1.2, ПРИЛОЖЕНИЕ 1) был составлен с использованием наиболее достоверных данных в этой области (Karaman, 1991, Daneliya et al., 2007) и электронных баз данных (World Register of Marine Species, World Amphipoda Database, Global Biodiversity Information Facility).

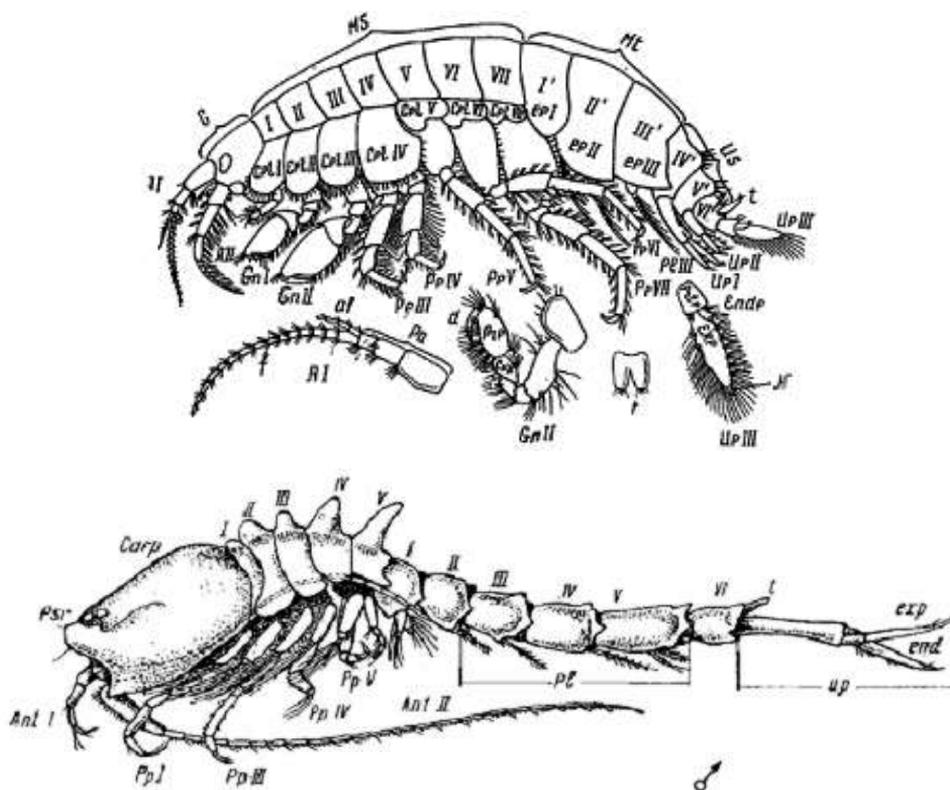


Рис. 3.2.2 Схема наружного строения бокоплава и кумового рачка *Pterocuma pectinata* (Бирштейн, 1968):

AI, AII - антенны (f- жутик), С - голова, Carp - карапакс, Prs - псевдорострум, Ms - мезозома, Mt - метазома, US - урозома, Gn I, Gn II - гнатоподы, d - дактилоподит, рgr - проподит, сrr - карпоподит, Pp III - PpVII - pereopоды, Pl - плеоподы, CrI I - CrI VII - коксальные пластинки, Ur I - Ur III - уроподы (Prtr - протоподит, exp - экзоподит, end - эндоподит), t - тельсон

Среди наиболее распространенных, благодаря их способности к миграции, ракообразных в нашей стране и за рубежом, следует отметить Понто-каспийских амфипод.

Способность большинства амфипод мигрировать на большие расстояния способствует расширению их естественного ареала. Согласно теории миграции Бирштейна (1935), восходящая миграция видов в реках Понто-каспийского региона привела к быстрому распространению многих амфипод с юга на север. Например, Понто-каспийские амфиподы *Echinogammarus ischnus*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *D. villosus* и *Obesogammarus obesus* проникли вверх по течению Волги и сейчас обитают более чем в 4000 км от своего есте-

ственного ареала (Berezina, 2007). Следует также отметить, что все Понто-каспийские амфиподы характеризуются высокой эвригалинностью и выживают в диапазоне 0.1–20‰ (Bruijs et al. 2001).

Иногда амфиподы могут распространяться десятиногими ракообразными и птицами в виде прикрепленных организмов. Сами амфиподы могут быть переносчиками коловраток, инфузорий и моллюсков. Например, *Dikerogammarus villosus* во время миграций вверх по Понто-каспийским рекам переносил молодь моллюсков *Dreissena* spp. (Дедю, 1963). В целом, Понто-каспийский регион является очагом эндемичности, в котором обитают различные ракообразные, из которых наиболее разнообразны амфиподы.

3.3 Таксономическая характеристика и состав поденок

Поденки (**Ephemeroptera**) – это древние амфибионтные насекомые с некоторыми примитивными характеристиками, например, их развитие происходит путем неполного метаморфоза. Это единственная группа крылатых насекомых, у которых в процессе жизненного цикла образуются две крылатые формы – субимаго (неполовозрелая) и имаго (половозрелая). Внешне эти формы отличаются только прозрачностью крыльев. У неполовозрелой поденки крылья покрыты микротрихиями, поэтому выглядят замутненными, у имаго этих микроскопических выростов нет (Цалолихин, 1996.). В современной мировой фауне насчитывается около 3200 видов поденок (Bauernfeind, Soldán, 2012).

Поденки, как следует из их латинского названия, в качестве взрослого насекомого живут совсем недолго. Однако их личинки, обитающие в пресноводных экосистемах различного типа, живут гораздо дольше – от 1 месяца до 2 – 3 лет. За это время в процессе роста личинка линяет до 25 раз (Цалолихин, 1996; Чернова, 1964). Длина тела личинки варьирует от 2 – 3 мм (у некоторых представителей семейств *Baetidae* и *Caenidae*) до 50 мм у представителей семейства *Palingenidae* (Bauernfeind & Soldán, 2012). Тело личинки удлинненное, с трахейными жабрами на 1 – 7 брюшных сегментах (Рис. 3.2.2) и обычно с 3 хвостовыми нитями (церками).

Личинки поденок питаются детритом, водорослями, иногда инфузориями и личинками мелких насекомых (Чернова, 1964) и сами являются важным компонентом питания рыб и птиц. Взрослая личинка выбирается из воды на сушу и превращается в субимаго – крылатое неполовозрелое насекомое. Далее субимаго линяет и превращается в имаго – взрослую половозрелую особь. У коротко живущих видов этот процесс длится несколько минут. У взрослых насекомых редуцируется ротовой аппарат, а пищеварительный тракт превращается в воздухоносную полость (Павлов-

ский, Лепнева, 1948). Это облегчает им вылет из воды, а также способствует полету во время роения в летний период во время размножения. Крылатые особи не питаются, поэтому живут недолго – от нескольких часов до 10 дней. За это время они спариваются, откладывают яйца в воду и умирают (Чернова, 1964).

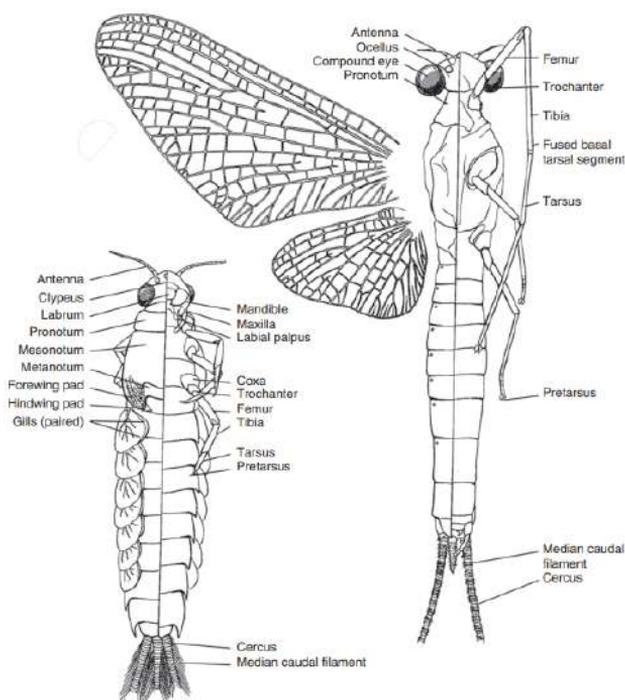


Рис. 3.2.2 Внешняя морфология личинки и взрослого насекомого (имаго) Ephemeroptera (по Kondratieff, 2008).

Личинки подёнок весьма чувствительны к загрязнению воды, поскольку многие из них являются оксифильными видами. Численность подёнок и их видовое разнообразие при неблагоприятных условиях сокращаются вплоть до полного исчезновения. Высокая чувствительность подёнок к негативным изменениям водной среды широко используется в различных системах биоиндикации. Специфика жизненного цикла подёнок определяет их важную роль в биологической циркуляции веществ между сушей и водоемом.

Всего на территории Республики Молдова описан 31 таксон подёнок (из них 22 – до вида), которые относятся к 10 семействам: Baetidae Leach, 1815; Caenidae Newman, 1853; Behningiidae Motas & Bacesco, 1937; Ephemeridae Latreille, 1810; Palingeniidae Albarda, 1988; Polymitarcyidae Banks, 1900; Potamanthidae Albarda,

1988; Heptageniidae Needham & Betten, 1901; Oligoneuriidae Ulmer, 1914 и Leptophlebiidae Banks, 1900. **Таксономический список поденок** для водоемов Республики Молдова составлен автором по результатам многолетних исследований, реализованных в Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии, а также анализу работ предыдущих исследователей (Таблица П.1.3.).

3.4 Зоогеографическая принадлежность видового состава зообентоса

Изучение распространения различных видов моллюсков, ракообразных и поденок на территории Республики Молдова является составной частью исследований по установлению общих закономерностей распространения этих групп животных в гидрографической сети континентальных водоемов. Такие исследования входят в спектр задач зоогеографии, которая изучает закономерности распространения животных, условия расширения и сокращения их ареалов, выявляет причины этих процессов. Это дает возможность прогнозировать изменения в структуре природных фаунистических комплексов, принимать меры для предотвращения снижения биоразнообразия или его сдвига в нежелательную для человека сторону.

Основы зоогеографического районирования были заложены Львом Семеновичем Бергом - нашим соотечественником, уроженцем г. Бендеры (Берг, 1931, 1952). В его работах описаны географические зоны в их современном представлении. Система зоогеографического районирования, созданная Бергом для рыб, впоследствии была адаптирована Жадиным В.И. для моллюсков (Жадин, 1952). С точки зрения зоогеографии, территория Республики Молдова относится к Палеарктической области, Европейско-Сибирской подобласти, Дунайско-Донской провинции и Понто-каспийской солоновато-водной области (Старобогатов, 1970).

Результаты многолетних гидробиологических исследований, полученные научными сотрудниками Института зоологии, позволяют утверждать, что основу фауны бентосных беспозвоночных в водоемах Республики Молдова образуют виды с широким ареалом распространения.

Зоогеографическая принадлежность моллюсков, идентифицированных на территории РМ, следующая: Палеарктических и Голарктических видов – 18, Европейских видов – 25, Средиземноморских видов – 1, Понто-каспийских видов – 17, Палеарктических видов – 15, Китайских и центральноазиатских видов – 1, Тропических видов – 2, Австралийских видов – 1, Тихоокеанских видов – 1.

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Зоогеографическая принадлежность ракообразных: из 59 видов, описанных на территории Республики Молдова, Понто-каспийских видов – 45, Европейских видов – 8, Палеарктических видов – 4, Китайских и центральноазиатских видов – 1, Северо-Американских видов – 1. Таким образом, в структуре макрозообентоса преобладают Понто-каспийские виды ракообразных. Все виды мизид и кумовые рачки, обитающие в водоемах Молдовы, являются Понто-каспийскими эндемиками (Цалолихин, 1995).

Необходимо отметить, что именно динамичная геологическая история Понто-каспийского региона способствовала развитию легко адаптируемой эндемичной фауны (Copilaş et al., 2022), часть которой – инвазивные виды для других регионов. В первую очередь, это относится к таким видам амфипод как *Dikerogammarus bispinosus* Martynov, 1925; *D. haemobaphes* (Eichwald, 1841) и *D. villosus* (Sowinsky, 1894).

Зоогеографическая принадлежность поденок, обитающих в водоемах Республики Молдова, распределилась следующим образом: Палеарктических и Голарктических видов – 14, Европейских и Западносибирских видов – 2, Палеарктических видов – 2, Европейских видов – 8, эндемик реки Днестр *Behningia lestagei* Motas & Vacesco, 1937 – 1.

Детальная информация о зоогеографической принадлежности различных видов моллюсков, бентосных ракообразных и поденок представлена в Таблицах П.1.1 – П.1.3.

Согласно карте «Экорегiónы рек и озер» (Рис. 3.4.1), разработанной Европейским агентством по окружающей среде на основе Водной Рамочной Директивы (ВРД) и (Шlies, Votosaneanu, 1963), территория Республики Молдова относится к двум экорегiónам: 12 – Понтийская провинция и 16 – Восточные равнины.

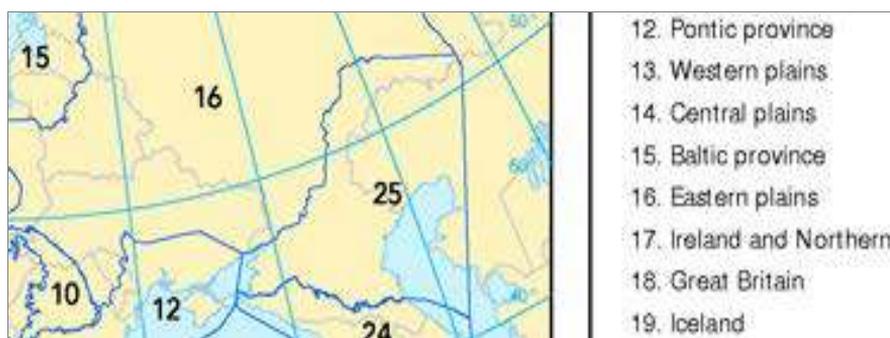


Рис. 3.4.1 Фрагмент карты «Экорегiónы рек и озер» из Приложения XI ВРД (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/ecoregions-for-rivers-and-lakes>)

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

В соответствии с требованиями ВРД, страны-члены ЕС должны разработать План управления для каждого гидрологического бассейна и Систему оценки качества поверхностных вод по предложенной в ВРД методологии, оценить состояние своих водных объектов по этой Системе и перспективы достижения этими объектами хорошего экологического статуса. Одной из задач, решаемых в процессе реализации этих требований, является определение эталонных условий (в рамках конкретного экорегиона) для каждого водного объекта или его участка, что во многих случаях очень трудно реализовать, поскольку в Республике Молдова, практически не осталось водных экосистем, не нарушенных антропогенным воздействием. А в последние десятилетия все усложняют еще и климатические изменения.

Несмотря на то, что Республики Молдова не является страной-членом ЕС, она уже в течение более десяти лет гармонизирует свое законодательство с европейскими директивами в области водной политики. Были разработаны и утверждены Планы управления речными бассейнами рек Днестр и Прут, создана Система классификации поверхностных вод (Regulament, 2013), принят новый Закон о воде и т.д. Но проблема определения эталонных створов для основных типов водных объектов республики остается актуальной.

В первую очередь, для определения эталонных участков необходимо учитывать гидрологические и морфологические особенности водных бассейнов, поскольку именно они определяют как видовой состав сообществ гидробионтов, так и скорость биологических процессов. Таким образом, учет абиотических факторов и оценка экологического состояния водоема по гидрохимическим и биологическим параметрам качества необходимы для определения эталонных (референтных) участков водного объекта. Для решения этого вопроса были проанализированы все данные по зообентосу рек Днестр и Прут на территории Республики Молдова.

Для определения референтных участков исследованных водных экосистем были выбраны показатели макрозообентоса, рекомендованные Днестровской Комиссией для диагностического анализа бассейна реки Днестр (Transboundary Diagnostic Analysis..., 2019), а именно: количество таксонов Bivalvia, Gastropoda, Crustacea, Ephemeroptera, Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Trichoptera, а также индексы Pantle & Buck и TBI (Trent Biotic Index).

По результатам, полученным при оценке рекомендованных показателей зообентосных сообществ, станцию Каменка можно было бы предложить в качестве референтного створа для среднего участка реки Днестр. Однако, этот результат не всегда коррелирует с другими гидробиологическими и гидрохимическими показателями, подтверждающими отсутствие на всем протяжении реки Днестр (в пределах территории Республики Молдова) участков, не подверженных антропогенному воздействию.

Если говорить об определении референтных участков на реке Прут, то согласно результатам наших исследований на среднем участке реки в таком качестве можно рассматривать станции Браниште и Тецкань. Именно здесь перечисленные выше параметры зообентосных сообществ соответствовали нормативам качества, опубликованным в работе «Transboundary Diagnostic Analysis of the Dniester River Basin» (2019).

Кроме зоогеографической принадлежности, в видовой структуре зообентосных сообществ Республики Молдова можно выделять также различные экологические группы моллюсков, ракообразных и поденок, предпочитающих те или иные субстраты: это виды литофилы, литореофилы, фитофилы, пелофилы, псаммофилы и агриллофилы.

3.5 Новые виды фауны беспозвоночных Республики Молдова

Выявление и определение новых видов беспозвоночных продолжается как для фауны Республики Молдова, так и в других регионах мира. В первую очередь, это относится к чужеродным видам и к представителям амфибионтных насекомых. С одной стороны, биоразнообразие животных все еще недостаточно изучено, и в Европе, например, ежегодно регистрируется около 20 новых инвазивных видов беспозвоночных. С другой стороны, пятая часть беспозвоночных в мире может оказаться под угрозой исчезновения, вследствие негативного антропогенного воздействия, усугубляющихся изменений климата и различных экологических катастроф. Состояние естественной среды обитания беспозвоночных изменяется и не все виды могут к этому адаптироваться, что приводит к сокращению их биоразнообразия. Выявление и описание новых видов представляет не только научный интерес, но может внести вклад в разработку природоохранных мероприятий.

Новые для фауны донных беспозвоночных Республики Молдова виды Arthropoda были обнаружены в пробах, собранных в руслах Днестра и Прута на участках с наибольшим биотопическим разнообразием: на мелководье с гравийно-песчаным, слегка заиленным дном и высокой прозрачностью воды, а также в зарослях макрофитов.

Новые для фауны Республики Молдова виды амфибионтных насекомых были идентифицированы по личинкам. Эти виды встречаются также в соседних странах: в Румынии и (или) в Украине (Ciubuc, 1993; Godunko, 2003; Prisecaru et al., 2014; Putshkov V, Putshkov P, 1996; Szczyński, Godunko, 2008). В пробах, собранных в русле реки Прут, обнаружены новые виды инвазивных моллюсков (Таб. 3.5.1).

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА
В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Таблица 3.5.1 Список видов макробентоса новых для фауны Республики Молдова (идентифицированы автором в период 2007-2022 гг.)

Таксон	Ссылка на работу
Тип Mollusca Linnaeus, 1758	
Класс Bivalvia Linnaeus, 1758	
1. <i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)	Munjiu, Shubernetski, 2010
2. <i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)	Munjiu, Shubernetski, 2008
Тип Arthropoda Gravenhorst, 1843	
Класс Branchiopoda Latreille, 1817	
3. <i>Cyzicus tetracerus</i> (Krynicky, 1830)	Мунжиу и др., 2018
Класс Insecta Linnaeus, 1758	
Тип Arthropoda Gravenhorst, 1843	
Отряд Ephemeroptera Hyatt & Arms, 1891	
Семейство Baetidae	
4. <i>Baetis (Baetis) vernus</i> Curtis, 1834	Мунжиу и др., 2018
5. <i>Cloeon (Similecloeon) simile</i> Eaton, 1870	Мунжиу и др., 2018
Семейство Caenidae	
6. <i>Caenis robusta</i> Eaton, 1884	Мунжиу и др., 2018
Семейство Ephemeridae	
7. <i>Ephemerella lineata</i> Eaton, 1870	Мунжиу и др., 2020
Отряд Plecoptera Burmeister, 1839	
Семейство Taeniopterygidae Klapálek, 1905	
8. <i>Taeniopteryx nebulosa</i> (Linnaeus, 1758)	Мунжиу и др., 2018
Отряд Coleoptera Linnaeus, 1758	
Семейство Haliplidae Aubé, 1836	
9. <i>Haliplus (Neohaliplus) lineatocollis</i> (Marsham, 1802)	Мунжиу и др., 2018
Отряд Hemiptera Linnaeus, 1758	
Семейство Corixidae Leach, 1815	
10. <i>Sigara (Subsigara) distincta</i> (Fieber, 1848)	Мунжиу и др., 2018
Отряд Trichoptera Kirby, 1813	
Семейство Leptoceridae Leach, 1815	
11. <i>Athripsodes bilineatus</i> (Linnaeus, 1758)	Мунжиу и др., 2018
12. <i>Athripsodes cinereus</i> (Curtis, 1834)	Мунжиу и др., 2018

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА
В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Таксон	Ссылка на работу
13. <i>Leptocerus tineiformis</i> Curtis, 1834*	
14. <i>Mystacides azureus</i> (Linnaeus, 1761)	Мунжиу и др., 2018
15. <i>Mystacides longicornis</i> (Linnaeus, 1758)	Мунжиу и др., 2018
16. <i>Oecetis furva</i> (Rambur, 1842)	Мунжиу и др., 2018
17. <i>Oecetis ochracea</i> (Curtis, 1825)	Мунжиу и др., 2018
18. <i>Triaenodes bicolor</i> (Curtis, 1834)	Мунжиу, 2014
Семейство Phryganeidae Leach, 1815	
19. <i>Oligostomis reticulata</i> (Linnaeus, 1761)	Мунжиу и др., 2018
20. <i>Phryganea bipunctata</i> Retzius 1783	Мунжиу и др., 2018
Семейство Hydroptilidae Stephens, 1836	
21. <i>Agraylea sexmaculata</i> Curtis, 1834	Мунжиу и др., 2018
22. <i>Orthotrichia costalis</i> (Curtis, 1834)	Мунжиу и др., 2021
Семейство Limnephilidae Kolenati, 1848	
23. <i>Anobolia furcata</i> Brauer, 1857	Мунжиу и др., 2018
Семейство Hydropsychidae Curtis 1835	
24. <i>Hydropsyche contubernalis</i> McLachlan, 1865	Мунжиу и др., 2018
25. <i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834)	Мунжиу и др., 2018
Семейство Polycentropodidae Ulmer 1903	
26. <i>Polycentropus irroratus</i> Curtis, 1835	Мунжиу и др., 2018
Семейство Psychomyiidae Walker, 1852	
27. <i>Psychomyia pusilla</i> (Fabricius, 1781)	(Munjiu et al., 2021)
Семейство Simuliidae Newman 1834	
28. <i>Simulium (Byssodon) maculatum</i> (Meigen, 1804)	Мунжиу и др., 2018

Наряду с новыми для фауны Республики Молдова видами были рассмотрены дополнительные виды, информация о которых содержалась в данных Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии за 1990-1991 гг. Они были идентифицированы на основе нескольких экземпляров, не сопровождавшихся точными данными о пунктах отбора проб. В лабораторных записях указаны только участки водоемов. Это вид *Leptocerus tineiformis* Curtis, 1834, собранный на среднем участке Днестра; виды *Habrophlebia lauta* Eaton, 1884; *C. (Chironomus) heterodentatus* Konstantinov, 1956; *C. (Chironomus) solitudine* Linevich & Erbaeva, 1971; *Glossosoma boltoni* Curtis, 1834; *Limnephilus centralis* Curtis, 1834 и *Ulomyia annulata* (Tonnoir, 1919), собранные на нижнем участке Днестра; виды *Prodiamesa rufovittata* Goetghebuer, 1932;

ГЛАВА III. ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Pseudochironomus prasinatus (Staeger, 1839) и *Stictochironomus sticticus* (Fabricius, 1781), собранные на нижнем участке Днестра и в Кучурганском водохранилище; виды *Habrophlebia fusca* (Curtis, 1834); *Paraleptophlebia submarginata* (Stephens, 1835); *Cricotopus (Isocladius) ornatus* (Meigen, 1818) и *Glyptotendipes (Glyptotendipes) barbipes* (Staeger, 1839), собранные в Дубоссарском водохранилище; виды *Amathillina cristata* Sars, 1894; *Olecryptotendipes macropodus* (Lyahov, 1941) и *Neophemera maxima* (Joly, 1870) отмечены в Кучурганском водохранилище; вид *Paralauterborniella nigrohalteralis* (Malloch, 1915) отмеченный на нижнем участке Днестра и в р. Прут; также в реке Прут были собраны виды *Synendotendipes dispar* (Meigen, 1830) и *Paratendipes nudisquama* (Edwards, 1929) (Munjiu et al., 2021).

Личинки ручейника *Leptocerus tineiformis* Curtis, 1834*с синонимами *Phryganea longicornis* Schrank, 1802 = *Leptocerus elongatus* Stephens, 1836 = *Setodes aspersellus* Rambur, 1842, запись о котором присутствовала в архивных документах Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии, позже были собраны автором в пункте отбора проб Старый Днестр 18.08.2020 (Рис. 3.5.1) Эта находка позволила достоверно включить данный вид Trichoptera в список видов макробентоса Республики Молдова.



Рис. 3.5.1 *Leptocerus tineiformis* Curtis, 1834 1) личинка внутри домика 2) голова и ноги 3) передняя нога и средняя нога (Фотографии Мунжиу О.)

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

4.1 Распространение видов. Разнообразие зообентоса в реках Днестр и Прут

Для оценки состояния популяций макробентоса в речных экосистемах были изучены наиболее распространенные и доминирующие виды, редкие и охраняемые виды, инвазивные виды. Здесь важно отметить, что таксономическое разнообразие наземной и водной фауны, зарегистрированное на территории Республики Молдова (Toderas et al., 2000), насчитывает 14709 видов, из них более 700 таксонов или около 5%, составляют донные беспозвоночные, которые относятся к следующим Типам: Porifera, Bryozoa, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematomorpha, Nematoda, Annelida, Mollusca, Tardigrada и Arthropoda.

Река Днестр

На основании данных, полученных в период исследований 2015-2018 гг. (период наиболее полного отбора проб), составлен список видов донных макробеспозвоночных реки Днестр (Табл. 4.1.1). Были идентифицированы 253 таксона, в том числе: Oligochaeta – 27, Polychaeta – 2, Hirudinea – 4, Bivalvia – 20, Gastropoda – 34, Crustacea – 26, Ephemeroptera – 9, Odonata – 14, Coleoptera – 12, Hemiptera – 9, Trichoptera – 20, Chironomidae – 52, другие группы – 24. Здесь необходимо отметить, что с увеличением периода отбора проб, увеличивается и количество видов в группах до определенного предела.

Таблица 4.1.1 Таксономический состав донных макробеспозвоночных реки Днестр и Дубоссарского водохранилища (2015-2018)

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тип Porifera											
<i>Spongilla lacustris</i> (Linnaeus, 1759)									+		
Тип Bryozoa											
Bryozoa						+	+	+	+	+	+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тип Cnidaria											
<i>Hydra vulgaris</i> Pallas, 1766	+	+		+		+	+	+	+	+	
Тип Platyhelminthes				+							
Тип Nematomorpha											
<i>Gordius aquaticus</i> , Linnaeus, 1758	+	+				+	+	+	+		+
Тип Nematoda											
Nematoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Тип Annelida											
Класс Polychaeta											
<i>Hupania invalida</i> (Grube, 1860)				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hupaniola kowalewskii</i> (Grimm, 1877)					+						
Класс Oligochaeta											
<i>Aelosoma</i> sp.						+					
<i>Aulodrilus</i> sp.											+
<i>Aulodrilus pluriseta</i> (Piguet, 1906)											+
<i>Branchiura sowerbyi</i> (Beddard, 1892)			+		+	+					+
<i>Chaetogaster limnaei</i> K von Baer, 1872		+		+	+	+		+		+	+
<i>Chaetogaster</i> sp.				+				+		+	
<i>Dero</i> sp.									+		
<i>Dero digitata</i> (Müller, 1773)			+								
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)		+		+	+	+			+		+
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede, 1862		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Limnodrilus</i> sp.		+									
<i>Lumbriculus</i> sp.		+	+	+		+					
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774)	+	+		+	+	+	+	+			+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Nais</i> sp. div.	+	+	+	+	+	+			+		+
<i>Ophidonais serpentina</i> (Muller, 1774)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Potamothrix moldaviensis</i> Vejdovsky & Mrazek, 1903		+	+		+	+		+	+		
<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Michaelson, 1901)				+							
<i>Pristina aequisetata</i> Bourne, 1891					+						
<i>Pristina longiseta</i> Ehrenberg, 1828				+			+				
<i>Pristina</i> sp.				+	+		+		+		
<i>Pristina (Pristinella) bilobata</i> (Bretsche, 1903)				+			+				
<i>Psammoryctides barbatus</i> (Grube, 1861)		+		+	+	+	+	+		+	+
<i>Psammoryctides albicola</i> (Michaelson, 1901)				+							
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Stylodrilus heringianus</i> Claparède, 1862	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Tubifex tubifex</i> (Muller, 1774)		+	+		+			+			+
<i>Tubifex</i> sp. Div.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Подкласс Hirudinea											
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+			
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)		+			+	+					+
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	+	+	+					
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1761)				+	+					+	
Тип Mollusca											
Класс Bivalvia											
<i>Anodonta cygnea</i> var. <i>piscinalis</i> Nilsson, 1823					+	+	+				

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	+	+				+	+	+	+	+	+
<i>Dreissena rostriformis bugensis</i> Andrusov, 1897	+	+				+	+	+	+		+
<i>Euglesa casertana</i> (Poli, 1791)		+		+	+	+	+				+
<i>Musculium lacustre</i> (O. F. Muller, 1774)		+			+						
<i>Pisidium subtruncatum</i> Malm, 1855					+						
<i>Pisidium amnicum</i> (Müller, 1774)		+		+	+	+					
<i>Pisidium hibernicum</i> Westerlund, 1894		+									
<i>Pisidium moitessierianum</i> Paladilhe, 1866		+		+	+	+	+				*Г
<i>Pisidium obtusale</i> (Lamarck, 1818)		+									
<i>Pisidium nitidum</i> (Jenyns, 1832)					+						
<i>Pisidium personatum</i> Malm, 1855		+		+	+	+				+	
<i>Pisidium</i> sp.		+	+		+	+	+	+			
<i>Pisidium supinum</i> A. Schmidt, 1851		+		+	+	+	+				
<i>Pseudoanodonta complanata</i> (Rossmässler, 1835)					+		+				
<i>Sphaerium nitidum</i> Clessin in Westerlund, 1876										+	*Г
<i>Sphaerium nucleus</i> (Studer, 1820)				+	+					+	
<i>Sphaerium rivicola</i> (Lamarck, 1818)					+	+				+	
<i>Unio tumidus</i> Retzius, 1788					+	+	+		+	+	+
<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)						+	+		+	+	
Класс Gastropoda											
<i>Anisus (Anisus) septemgyratus</i> (Rossmassler, 1835)											*Г

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Gyraulus (Armiger) crista</i> (Linnaeus, 1758)						+		+			+
<i>Bathyomphalus contortus</i> (Linnaeus, 1758)											*r
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	+	+	+	+	+	+		+
<i>Caspia gmelinii</i> Clessin & W. Dybowski, 1887				r					+		
<i>Caspiohydrobia</i> sp.		+		+	+	+	+	+	+	+	*r
<i>Fagotia acicularis</i> (Férussac, 1823)			+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Fagotia esperi</i> (Férussac, 1823)			+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ferrissia fragilis</i> (Tryon, 1863)					+	+	+	+			+
<i>Galba truncatula</i> (O. F. Müller, 1774)		+		+							*r
<i>Gyraulus albus</i> (Müller, 1774)		+		+	+	+	+				
<i>Gyraulus laevis</i> (Alder, 1838)		+		+					+		
<i>Hippeutis complanatus</i> (Linnaeus, 1758)						*r					
<i>Lithoglyphus naticoides</i> (Pfeiffer 1828)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lymnaea fragilis</i> (Linnaeus, 1758)				+	+	+					+
<i>Lymnaea ovata</i> Draparnaud, 1805	+	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Lymnaea (Stagnicola) palustris</i> (Müller, 1774)	+	+									+
<i>Radix peregra</i> (O. F. Müller, 1774)		+		+	+	+	+			+	+
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)				+	+						+
<i>Physa acuta</i> Draparnaud, 1805	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Planorbarius corneus</i> (Linnaeus, 1758)		+	+		+	+	+				+
<i>Planorbarius corneus grandis</i> (Dunker 1850)					+						
<i>Planorbis carinatus</i> O. F. Müller, 1774		+									*Г
<i>Planorbis planorbis</i> (Linnæus, 1758)	+	+								+	*Г
<i>Segmentina nitida</i> (Müller, 1774)				+	+						*Г
<i>Theodoxus danubialis</i> (Pfeiffer, 1828)	+	+		+	+	+	+		+	+	+
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Valvata pulchela</i> Studer, 1820	+	+		+	+	+	+		+		+
<i>Valvata piscinalis</i> (O. F. Müller)		+		+	+	+	+	+			
<i>Valvata cristata</i> Müller, 1774				+		+					
<i>Viviparus contectus</i> (Millet, 1813)							+			+	+
<i>Viviparus viviparus</i> (Linne, 1758)			+	+	+	+	+		+	+	+
Тип Tardigrada											
<i>Tardigrada</i>										+	
Тип Arthropoda											
Класс Arachnida											
<i>Argyroneta aquatica</i> (Clerck, 1757)						+					
Подтип Crustacea											
<i>Pontastacus leptodactylus</i> (Eschscholtz, 1823)					+						
Отряд Mysida											
<i>Katamysis warpachowskyi</i> G.O. Sars, 1893				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Limnomysis benedeni</i> Czerniavsky, 1882		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Paramysis (Serrapalpis) lacustris</i> (Czerniavsky, 1882)	+			+	+	+	+	+	+	+	+
Отряд Сумасеа											
<i>Pseudocuma (Stenocuma) graciloides</i> G.O. Sars, 1894					+	+	+	+			
<i>Pseudocuma (Stenocuma) cercaroides</i> G.O. Sars, 1894					+	+	+	+	+		
<i>Pterocuma pectinata</i> (Sowinsky, 1893)							+				
<i>Pterocuma sowinskyi</i> (G.O. Sars, 1894)							+				
Отряд Isopoda											
<i>Jaera (Jaera) sarsi</i> Valkanov, 1936	+	+	+	+				+	+	+	
<i>Asellus (Asellus) aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+							+		
Отряд Amphipoda											
<i>Dikerogammarus bispinosus</i> Martynov, 1925	+	+	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> (Eichwald, 1841)	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dikerogammarus villosus</i> (Sowinsky, 1894)	+	+	+	+	+		+		+		+
<i>Echinogammarus ischnus</i> (Stebbing, 1899)	+	+		+	+	+	+				
<i>Echinogammarus warpachowskyi</i> (Sars, 1894)	+	+				+	+	+	+	+	
<i>Euxinia sarsi</i> (Sowinsky, 1898)					+					+	
<i>Gammarus balcanicus</i> Schäferna, 1922				+							
<i>Gammarus</i> sp.		+		+	+	+					
<i>Iphigenella</i> sp.										+	
<i>Obesogammarus crassus</i> (Sars, 1894)	+				+	+	+	+			
<i>Obesogammarus obesus</i> (G.O. Sars, 1894)	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Pontogammarus robustoides</i> (Sars, 1894)					+						+
<i>Chelicorophium curvispinum</i> (G.O. Sars, 1895)								+			
<i>Chelicorophium robustum</i> (G.O. Sars, 1895)								+	+		+
<i>Chelicorophium chelicorne</i> (G.O. Sars, 1895)					+						
<i>Corophium</i> sp.				+	+	+	+	+	+	+	+
Класс Collembola									+		+
<i>Isotomurus palustris</i> (Muller, 1776)									+		
<i>Podura aquatica</i> Linnaeus, 1758	+										
Класс Insecta											
Отряд Ephemeroptera											
<i>Baetis (Rhodobaetis) rhodani</i> (Pictet, 1843)		+									
<i>Baetis</i> sp.		+		+			+	+			
<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758)						+	+		+		
<i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835						+	+				
<i>Caenis</i> sp.					+	+	+	+			+
<i>Caenis robusta</i> Eaton, 1884						+	+	+			
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)		+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cloeon (Similecloeon) simile</i> Eaton, 1870		+		+		+					
<i>Cloeon</i> sp.				+	+	+			+		
<i>Palingenia longicauda</i> (Olivier, 1791)					m*						
Отряд Odonata											
<i>Aeshna viridis</i> Eversmann, 1836					+						
<i>Anax imperator</i> Leach, 1815					+						+
<i>Anax parthenope</i> (Selys 1839)					+						

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)				+							
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1750)								+			+
<i>Coenagrion puella</i> (Linnaeus, 1758)											+
<i>Coenagrion pulchellum</i> (Vander Linden, 1825)					+		+		+		
<i>Corduliinae</i>											+
<i>Cordulia aenea</i> (Linnaeus, 1758)											+
<i>Erythromma najas</i> (Hansemann, 1823)				+	+	+	+		+		+
<i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)			+	+	+	+	+	+			+
<i>Libellula depressa</i> Linnaeus, 1758						+					
<i>Libellula</i> sp.					+						
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)				+	+	+	+	+		+	+
Отряд Coleoptera											
<i>Berosus</i> sp. (larvae)						+					
<i>Cybister (Scaphinectes) lateralimarginalis</i> (De Geer, 1774)					+						
<i>Chrysomelidae</i> sp.		+									
<i>Dytiscus marginalis</i> Linnaeus, 1758										+	
<i>Dytiscus</i> sp. (larvae)					+						
<i>Dytiscidae</i> sp.					+	+				+	
<i>Haliplus (Liaphlus) flavicollis</i> Sturm, 1834					+		+				
<i>Haliplus (Neohaliplus) lineatocollis</i> (Marsham, 1802)				+				+			+
<i>Haliplus</i> sp. (larvae)	+	+	+	+	+	+		+			

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Hydraenidae</i> (larvae)	+										
<i>Hydrophilidae</i> (larvae)		+			+						
<i>Ilybius</i> sp. (larvae)					+						
Отряд Hemiptera											
<i>Corixa</i> sp.				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Gerris</i> sp.					+						
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linnaeus, 1758)					+	+					+
<i>Microvelia</i> sp.	+										
<i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758				+	+						
<i>Plea minutissima</i> Leach, 1817					+	+	+				+
<i>Ranatra (Ranatra) linearis</i> (Linnaeus, 1758)					+						
<i>Sigara (Subsigara) distincta</i> (Fieber, 1848)				+	+						+
<i>Sigara (Subsigara) falleni</i> (Fieber, 1848)		+			+	+					
Отряд Megaloptera											
<i>Sialis lutaria</i> (Linnaeus 1758)					+	+					
Отряд Trichoptera											
<i>Agraylea multipunctata</i> Curtis, 1834	+	+		+	+	+	+	+			
<i>Athripsodes bilineatus</i> (Linnaeus, 1758)								+			
<i>Athripsodes cinereus</i> (Curtis, 1834)		+		+		+		+			
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)					+	+	+				+
<i>Hydroptila tineoides</i> Dalman, 1819	+			+		+					
<i>Leptoceridae</i>		+		+	+	+	+	+			
<i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabricius 1787)								+			

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Mystacides azureus</i> (Linnaeus, 1761)					+	+		+			
<i>Mystacides longicornis</i> (Linnaeus, 1758)				+	+	+			+		
<i>Mystacides</i> sp.				+	+		+				
<i>Neureclipsis bimaculata</i> (Linnaeus, 1758)						+					
<i>Oecetis furva</i> (Rambur, 1842)						+					
<i>Oecetis lacustris</i> (Pictet, 1834)						+					
<i>Oecetis</i> sp.					+	+	+				
<i>Oecetis ochracea</i> (Curtis, 1825)					+		+				
<i>Oligostomis reticulata</i> (Linnaeus, 1761)					+						
<i>Orthotrichia costalis</i> (Curtis, 1834)						+	+	+			
<i>Phryganea bipunctata</i> Retzius 1783					+						
<i>Plectrocnemia conspersa</i> (Curtis, 1834)						+					
<i>Polycentropodidae</i>							+				
Отряд Diptera											
Семейство Simuliidae		+		+				+	+	+	
Семейство Tabanidae		+			+						
Семейство Ceratopogonidae				+	+	+		+		+	
<i>Culicoides (Culicoides) pulicaris</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	+						
<i>Culicoides</i> sp.		+									
Семейство Chironomidae											
<i>Ablabesmyia (Ablabesmyia) monilis</i> (Linnaeus, 1758)		+		+				+			
<i>Brillia bifida</i> (Kieffer, 1909)									+		
<i>Chironomus (Chironomus) plumosus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+		+	+		+	+	+	+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Chironomus (Chironomus) riparius</i> Meigen, 1804	+	+	+						+		+
<i>Chironomus</i> sp.	+	+		+	+	+		+	+	+	+
<i>Chironomus (Lobochironomus) dorsalis</i> Meigen 1818			+								
<i>Cladotanytarsus (Cladotanytarsus) mancus</i> (Walker, 1856)						+	+		+	+	+
<i>Corynoneura</i> sp.					+						
<i>Cricotopus (Cricotopus) algarum</i> (Kieffer, 1911)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cricotopus (Cricotopus) bicinctus</i> (Meigen, 1818)						+					
<i>Cricotopus (Isocladius) sylvestris</i> (Fabricius, 1794)		+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cricotopus</i> sp.		+	+	+			+	+		+	+
<i>Cryptochironomus (Cryptochironomus) defectus</i> (Kieffer, 1913)		+		+	+	+	+	+	+		+
<i>Cryptochironomus</i> sp.					+						
<i>Dicotendipes nervosus</i> (Staeger, 1839)		+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Dicotendipes tritomus</i> (Kieffer, 1916)										+	
<i>Demicryptochironomus (Demicryptochironomus) vulneratus</i> (Zetterstedt, 1838)							+				
<i>Diamesa (Diamesa) insignipes</i> Kieffer, 1908	+										
<i>Diamesa</i> sp.									+		
<i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen, 1830)						+					
<i>Endochironomus impar</i> (Walker, 1856)			+	+			+				
<i>Endochironomus tendens</i> (Fabricius, 1775)							+				

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Eukiefferiella</i> sp.	+			+							
<i>Lipiniella araeicola</i> Shilova, 1961						+			+	+	+
<i>Lipiniella</i> sp.									+		
<i>Micropsectra junci</i> (Meigen, 1818)		+	+		+	+	+	+	+	+	+
<i>Microspectra</i> sp.	+										
<i>Microtendipes chloris</i> (Meigen, 1818)		+		+		+				+	
<i>Orthocladius (Orthocladius) rubicundus</i> (Meigen, 1818)	+	+		+	+		+	+			+
<i>Orthocladius</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parachironomus pararostratus</i> (Harnisch, 1923)						+					+
<i>Paratanytarsus lauterborni</i> (Kieffer, 1909)						+					
<i>Paratendipes albimanus</i> (Meigen, 1818)			+								
<i>Paratendipes intermedius</i> Chernovskij, 1949									+		
<i>Polypedilum (Polypedilum) nubeculosum</i> (Meigen, 1804)				+	+	+		+	+		+
<i>Polypedilum (Tripodura) scalaenum</i> (Schränk, 1803)							+	+		+	
<i>Polypedilum (Tripodura) bicrenatum</i> Kieffer, 1921					+	+	+	+	+	+	+
<i>Polypedilum (Uresipedilum) convictum</i> (Walker, 1856)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polypedilum</i> sp.		+					+	+		+	+
<i>Procladius (Holotanypus) ferrugineus</i> (Kieffer, 1918)					+	+	+	+			
<i>Prodiamesa olivacea</i> (Meigen, 1818)	+	+		+							
<i>Psectrocladius (Allopsectrocladius) obvius</i> (Walker 1856)	+	+									

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукля, 11 Паланка											
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Psectrocladius (Psectrocladius) psilopterus</i> (Kieffer, 1906)	+					+		+			
<i>Psectrocladius</i> sp.	+										
<i>Rheotanytarsus exiguus</i> (Johannsen, 1905)		+		+				+			
<i>Tanytus (Tanytus) punctipennis</i> Meigen, 1818		+		+		+					
<i>Tanytus (Tanytus) vilipennis</i> (Kieffer, 1918)		+		+	+	+		+			+
<i>Tanytarsus gregarius</i> Kieffer, 1909	+	+		+	+	+			+	+	+
<i>Tanytarsus</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Thienemaniella</i> sp.				+				+			
<i>Tvetenia bavarica</i> (Goetghebuer, 1934)				+							
<i>Tvetenia tshernovskii</i> (Pankratova, 1968)	+										
Другие группы											
<i>Elophila</i> sp. (larvae)				+		+	+	+			
<i>Dolichopodidae</i> (larvae)				+		+				+	
<i>Lepidoptera</i> (larvae)		+	+		+	+	+	+		+	
<i>Anopheles</i> sp.			+		+	+					
<i>Aedes</i> sp.									+		
<i>Chaoborus</i> sp.						+					
<i>Muscidae</i> (larvae)		+									

r – раковины, m - мандибулы

Распределение таксонов по продольному профилю реки Днестр за период наблюдений 2015-2018 гг. (период наиболее полного отбора проб) представлено на Рис. 4.1.1 (пункты отбора проб те же, что в Табл. 4.1.1).

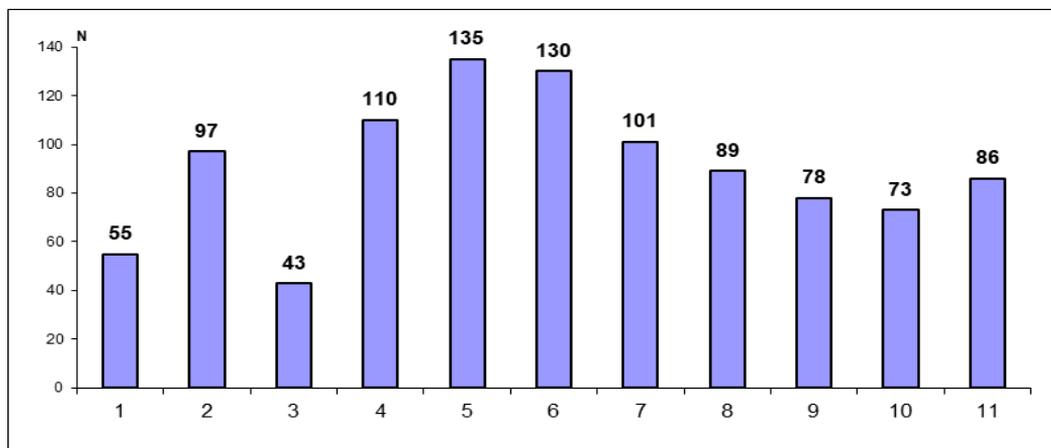


Рис. 4.1.1 Динамика численности таксонов донных беспозвоночных реки Днестр

(2015-2018 гг.: пункты отбора проб те же, что в Табл. 4.1.1)

Наибольшее разнообразие донных беспозвоночных зарегистрировано в Дубоссарском водохранилище в пунктах отбора проб Ержово и Гояны (130 – 135 таксонов), а наименьшее – в Сороках и Наславче (43 – 55 таксонов). По своему гидрологическому типу Дубоссарское водохранилище является проточным, но скорость течения по продольному профилю постепенно снижается, и в его среднем и нижнем секторах есть участки практически стоячих вод. Благодаря этому формируются разнообразные местообитания донных беспозвоночных, что и объясняет богатый таксономический состав макробентоса в Ержово и Гоянах. Это сочетание условий, а также отсутствие сильного антропогенного воздействия формируют благоприятные условия для многих видов зообентоса.

Сокращение разнообразия зообентосных сообществ на станции Наславча объясняется резкими колебаниями уровня воды, что вызвано функционированием Днестровской ГЭС-2. При этом происходит оголение субстратов, в результате чего многие бентосные беспозвоночные погибают. Неблагоприятное экологическое состояние реки Днестр в Сороках, обусловленное сбросом неочищенных сточных вод, является причиной резкого сокращения разнообразия зообентоса (практически в 2 раза) по сравнению с предыдущим пунктом отбора (Вэлчинец). На этом участке могут успешно развиваться только виды, устойчивые к неблагоприятным условиям среды обитания. К ним можно отнести, например, *Chironomus plumosus*, численность которого достигает 10560 экз./м² и *Tubifex* sp. с численностью 9920 экз./м². Массовое развитие олигохет до 13120 – 22880 экз./м², которое мы наблюдаем на

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

загрязненных участках реки Днестр, происходит за счет одного-двух видов (обычно *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus hoffmeisteri*) и сопровождается гибелью других видов. Пространственная динамика и структура бентосных сообществ на различных участках р. Днестр представлена на Рис. 4.1.2.

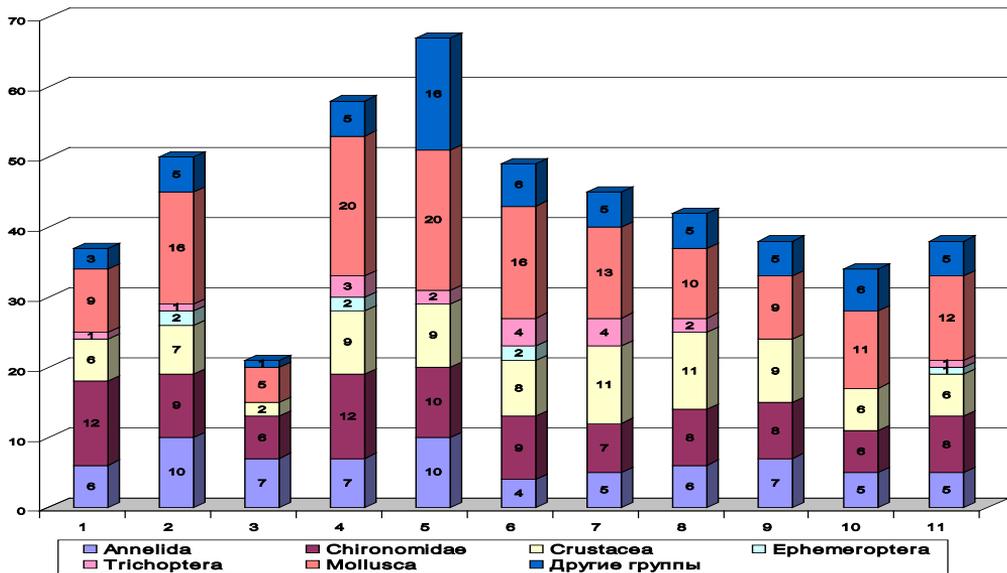


Рис. 4.1.2 Структура и динамика видового разнообразия зообентоса реки Днестр, детализированная по пунктам отбора проб (2015) (пункты отбора проб те же, что в Табл. 4.1.1)

Самыми распространенными и доминирующими видами в сообществах донных макробеспозвоночных реки Днестр являются следующие: **Oligochaeta:** *Tubifex* sp. div, *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862, *Psammoryctides barbatus* (Grube 1861), *Ophidonais serpentina* (Müller, 1773), *Stylaria lacustris* (Linnaeus, 1767); **Chironomidae:** *Cricotopus sylvestris* (Fabricius, 1794), *Cricotopus gr. algarum* (Kieffer, 1911), *Polypedilum convictum* (Walker, 1856), Myzidae: *Limnomysis benedeni* (Czerniavsky, 1882); **Gammaridae:** *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Obessogammarus crassus* (Sars, 1894), *Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894); **Gastropoda:** *Theodoxus fluviatilis* (Linnaeus, 1758), *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer 1828), *Lymnaea ovata* (Draparnaud, 1805), *Viviparus viviparus* (Linnaeus); **Bivalvia:** *Dreissena bugensis* (=grimmii) (Andrusov, 1897), *D. polymorpha* (Pallas, 1771).

На основании полученных данных были рассчитаны индексы Шеннона и Симпсона, оценивающие биоразнообразие и доминирование видов (Мунжиу и

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

др., 2017). Самые высокие значения индекса Шеннона, отражающего сложность структуры сообщества, получены для станций Вэлчинец, Каменка, Ержово, Гояны и Кочиеры, а самые низкие – для станций Наславча и Сороки. Индекс Симпсона, который отражает доминирование видов и обратно пропорционален видовому разнообразию, напротив, достигает максимума на станции Сороки и минимума – на станции Гояны (Рис. 4.1.3).

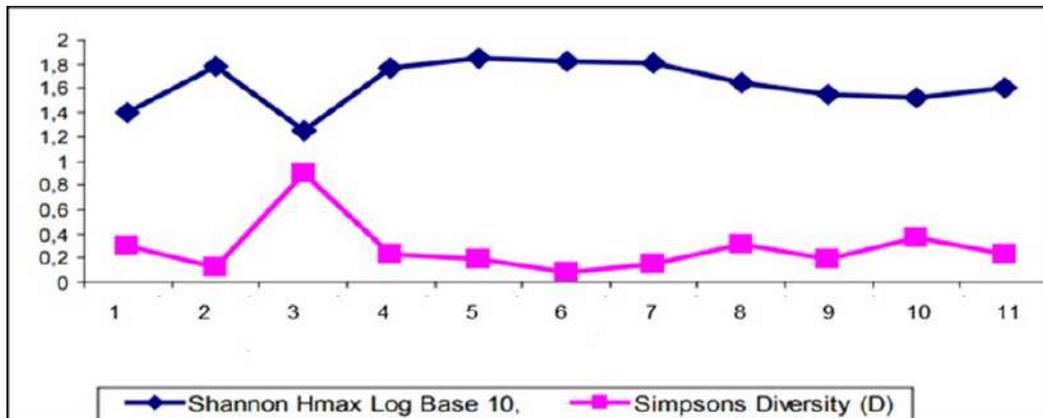


Рис. 4.1.3 Пространственная динамика индексов Шеннона и Симпсона для макробентоса реки Днестр (2016) (Мунжиу и др., 2017) (пункты отбора проб те же, что в Табл. 4.1.1)

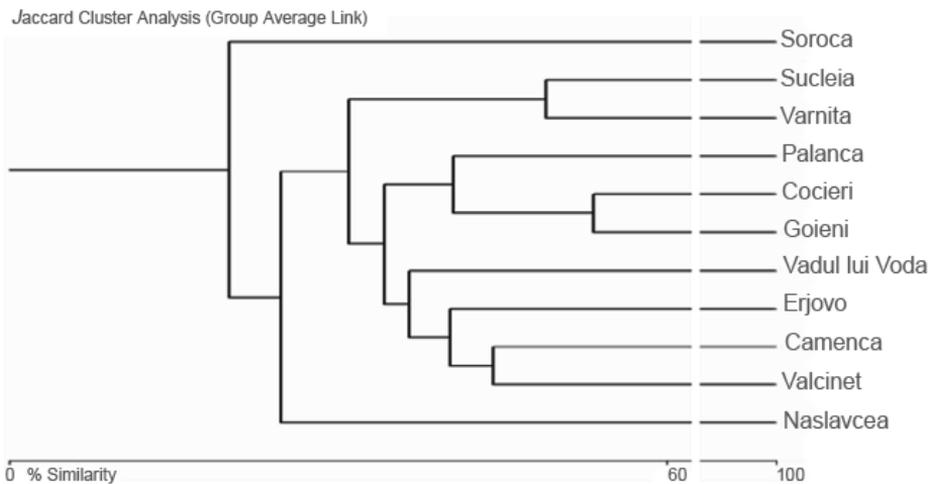


Рис. 4.1.4 Кластерный анализ таксономического сходства макробентоса на разных станциях отбора проб (Днестр, 2016)

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

При определении устойчивости видов к негативному воздействию окружающей среды используют сравнение видового состава биотических сообществ в условно чистых и загрязненных биотопах. Было исследовано видовое сходство таксономического состава зообентоса для всех пунктов отбора на основе индекса Жаккара (Мунжиу и др., 2017), результат которого представлен на Рис. 4.1.4. Кластерный анализ показал, что зообентосные сообщества в Наславче и Сороках существенно отличаются от остальных станций. Причины уже были указаны выше: колебания уровня воды на станции Наславча и загрязнение Днестра сточными водами на станции Сороки.

Для оценки биоразнообразия бентосных беспозвоночных реки Днестр были рассчитаны и некоторые другие индексы, представленные в Таблице 4.1.2.

Таблица 4.1.2 Индексы разнообразия макрозообентоса реки Днестр
(весна 2016)

Индексы	1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиерь, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Суклея, 11 Паланка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Shannon H' Log Base 10	0,74	1,19	0,13	1,01	1,28	1,28	1,12	0,75	0,75	0,65	0,82
Shannon Hmax Log Base 10	1,38	1,79	1,26	1,76	1,81	1,81	1,80	1,63	1,63	1,51	1,59
Shannon J'	0,54	0,66	0,10	0,58	0,71	0,71	0,62	0,46	0,46	0,43	0,51
Alpha	2,60	6,66	2,32	7,23	7,80	7,80	7,22	4,90	4,90	3,61	4,51
Simpsons Diversity (D)	0,30	0,13	0,90	0,23	0,09	0,09	0,15	0,31	0,31	0,37	0,24
Simpsons Diversity (1/D)	3,31	7,81	1,11	4,35	11,46	11,46	6,50	3,24	3,24	2,68	4,23
Margaleff M Base 10	5,17	12,43	4,53	13,04	14,16	14,16	13,26	9,27	9,27	7,00	8,56
Всего таксонов	25	62	19	58	72	66	64	44	37	33	40

Сочетание индексов Шеннона, Симпсона и Жаккара, по нашему мнению, объективно отражает влияние различных факторов среды обитания на формирование и разнообразие сообществ макробентоса.

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

Река Прут

На основании данных, полученных в период исследований 2015-2018 гг., составлен список видов донных макробеспозвоночных реки Прут (Табл. 4.1.3). Было идентифицировано 222 таксона, в том числе: Oligochaeta – 19, Bivalvia – 20, Gastropoda – 24, Crustacea – 22, Ephemeroptera – 20, Odonata – 5, Coleoptera – 10, Hemiptera – 6, Trichoptera – 25, Chironomidae – 51 и другие группы – 20.

Таблица 4.1.3 Таксономический состав донных макробеспозвоночных реки Прут (2015-2018)

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
Тип Bryozoa								
Bryozoa	+	+	+	+	+	+	+	
Тип Cnidaria								
<i>Hydra vulgaris</i> Pallas, 1766	+	+	+		+			
Тип Platyhelminthes								
<i>Polycelis nigra</i> (Müller, 1774)		+	+					
Тип Nematomorpha								
<i>Gordius aquaticus</i> , Linnaeus, 1758		+	+	+				
Тип Nematoda								
Nematoda	+	+	+	+	+	+	+	
Тип Annelida								
Класс Polychaeta								
<i>Hupania invalida</i> (Grube, 1860)							+	
Класс Oligochaeta								
<i>Aulodrilus</i> sp.			+					
<i>Branchiura sowerbyi</i> (Beddard, 1892)		+	+	+		+	+	
<i>Chaetogaster limnaei</i> K von Baer 1872		+	+					
<i>Chaetogaster</i> sp.							+	
<i>Dero</i> sp.			+	+				
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)		+		+	+	+	+	+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede, 1862		+	+	+	+	+	+	
<i>Limnodrilus udekemianus</i> Claparède, 1862						+		
<i>Lumbriculus variegatus</i> (Müller, 1774)			+	+		+		
<i>Nais</i> sp.div		+	+	+		+	+	
<i>Ophidonais serpentina</i> (Muller, 1774)	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Potamothrix moldaviensis</i> Vejdovsky & Mrazek, 1903		+	+	+		+	+	
<i>Pristina</i> sp.		+				+	+	
<i>Pristina (Pristinella) bilobata</i> (Bretscher, 1903)				+		+		
<i>Psammoryctides barbatus</i> (Grube, 1861)		+	+	+	+	+	+	+
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	+	+	+		+			
<i>Stylodrilus heringianus</i> Claparède, 1862		+	+	+		+	+	
<i>Tubifex tubifex</i> (Muller, 1774)						+		
<i>Tubifex</i> sp. div	+	+	+	+	+	+	+	+
Подкласс Hirudinea								
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Piscicola geometra</i> (Linnaeus, 1761)	+							
Тип Mollusca								
Класс Bivalvia								
<i>Anodonta anatina</i> (Linnaeus, 1758)						+		
<i>Anodonta cygnea</i> var. <i>piscinalis</i> Nilsson, 1823							+	
<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus 1758)				+				
<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)						+	+	
<i>Corbicula fluminalis</i> (Müller, 1774)							+	
<i>Crassiana crassa</i> (Unio crassus) Philipsson, 1788			+	+	+	+	+	
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771)	+	+	+	+		+	+	
<i>Dreissena rostriformis bugensis</i> Andrusov, 1897 (=grimmi)	+	+	+			+	+	

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Euglesa casertana</i> (Poli, 1791)		+						
<i>Pisidium amnicum</i> (Müller, 1774)		+	+					
<i>Pisidium moitessierianum</i> Paladilhe, 1866		+						
<i>Pisidium nitidum</i> (Jenyns, 1832)		+						
<i>Pisidium personatum</i> Malm, 1855		+						
<i>Pisidium</i> sp.		+			+			
<i>Pisidium supinum</i> A. Schmidt, 1851		+						
<i>Pseudoanodonta complanata</i> (Rossmässler, 1835)			+				+	
<i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)						+	+	
<i>Sphaerium rivicola</i> (Lamarck, 1818)						r*	r*	
<i>Unio tumidus</i> Retzius, 1788				+	+	+	+	
<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)							+	
Класс Gastropoda								
<i>Gyraulus (Armiger) crista</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Fagotia acicularis</i> (Férussac, 1823)		+	+	+	+	+	+	+
<i>Fagotia esperi</i> (Férussac, 1823)		+	+					
<i>Ferrissia fragilis</i> (Tryon, 1863)			+					
<i>Galba truncatula</i> (O. F. Müller, 1774)		+						
<i>Gyraulus albus</i> (Müller, 1774)		+						
<i>Hippeutis complanatus</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Lithoglyphus naticoides</i> (Pfeiffer 1828)	+	+	+		+	+	+	+
<i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Lymnaea fragilis</i> (Linnaeus, 1758)		+	+				+	
<i>Lymnaea ovata</i> Draparnaud, 1805	+	+						
<i>Lymnaea (Stagnicola) palustris</i> (O. F. Müller, 1774)			+					
<i>Radix peregra</i> (O. F. Müller, 1774)	+	+	+					

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Physa acuta</i> Draparnaud, 1805	+	+	+	+			+	
<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+					
<i>Planorbis planorbis</i> (Linnæus, 1758)							r*	
<i>Segmentina nitida</i> (Müller, 1774)						+		
<i>Succinea putris</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Theodoxus danubialis</i> (Pfeiffer, 1828)					+	+	+	
<i>Theodoxus fluviatilis</i> (Linnaeus, 1758)		+	+		+		+	+
<i>Theodoxus transversalis</i> (Pfeiffer, 1828)					+			
<i>Viviparus contectus</i> (Millet, 1813)						+		
<i>Viviparus viviparus</i> (Linne, 1758)					+			
Тип Arthropoda								
Подтип Crustacea								
<i>Pontastacus leptodactylus</i> (Eschscholtz, 1823)					+			+
Отряд Mysida								
<i>Katamysis warpachowskyi</i> G.O. Sars, 1893	+							
<i>Limnomysis benedeni</i> Czerniavsky, 1882	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paramysis (Serrapalpis) lacustris</i> (Czerniavsky, 1882)		+	+	+	+	+	+	+
Отряд Isopoda								
<i>Jaera (Jaera) sarsi</i> Valkanov, 1936						+		
<i>Asellus (Asellus) aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)						+		+
Отряд Amphipoda								
<i>Dikerogammarus bispinosus</i> Martynov, 1925			+	+	+			
<i>Dikerogammarus haemobaphes</i> (Eichwald, 1841)	+		+	+	+	+	+	+
<i>Dikerogammarus villosus</i> (Sowinsky, 1894)			+		+	+		
<i>Echinogammarus ischnus</i> (Stebbing, 1899)	+	+	+	+	+		+	

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Echinogammarus trichiatus</i> (Martynov, 1932)		+	+		+			
<i>Echinogammarus warpachowskyi</i> (Sars, 1894)	+	+	+	+		+		
<i>Gammarus</i> sp.							+	+
<i>Niphargus</i> sp.							+	
<i>Obesogammarus crassus</i> (Sars, 1894)	+	+	+			+		
<i>Obesogammarus obesus</i> (G.O. Sars, 1894)	+	+						
<i>Pontogammarus robustoides</i> (Sars, 1894)	+	+				+		
<i>Chelicorophium curvispinum</i> (G.O. Sars, 1895)				+	+	+	+	
<i>Chelicorophium robustum</i> (G.O. Sars, 1895)				+	+		+	
<i>Corophium</i> sp.				+	+	+	+	+
Класс Maxillopoda <i>Argulus foliaceus</i> (Linnaeus, 1758)							+	+
Класс Branchiopoda <i>Cyzicus tetracerus</i> (Krynicky, 1830)							+	
Класс Collembola		+	+	+	+	+		
<i>Isotomurus palustris</i> (Muller, 1776)			+	+	+			
<i>Podura aquatica</i> Linnaeus, 1758		+						
Класс Insecta								
Отряд Ephemeroptera								
<i>Baetis (Acentrella) inexpectatus</i> (Tshernova, 1928)		+						
<i>Baetis (Baetis) fuscatus</i> (Linnaeus, 1761)		+						
<i>Baetis (Rhodobaetis) rhodani</i> (Pictet, 1843)		+					+	
<i>Baetis (Baetis) vernus</i> Curtis, 1834		+	+					
<i>Baetis</i> sp.		+	+		+	+	+	
<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758)		+					+	
<i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835	+		+					
<i>Caenis</i> sp.	+	+	+					
<i>Caenis robusta</i> Eaton, 1884		+						

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Centroptilum luteolum</i> (Muller, 1776)					+			
<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)		+						
<i>Cloeon (Similecloeon) simile</i> Eaton, 1870		+					+	
<i>Cloeon</i> sp.				+				+
<i>Heptagenia (Dacnogenia) coerulans</i> Rostock, 1878			+		+	+	+	
<i>Heptagenia (Heptagenia) flava</i> Rostock, 1878			+	+	+		+	
<i>Heptagenia (Heptagenia) sulphurea</i> (O.F. Müller, 1776)			+		+	+		
<i>Heptagenia</i> sp.			+	+	+	+		
<i>Palingenia longicauda</i> (Olivier, 1791)				+	+	+	+	+
<i>Potamanthus luteus</i> (Linné, 1767)		+	+					
<i>Procloeon</i> sp.		+	+					
Отряд Odonata								
<i>Calopteryx virgo</i> (Linnaeus, 1758)		+	+					
<i>Calopteryx splendens</i> (Harris, 1750)		+	+	+		+		
<i>Gomphus flavipes</i> (Carpentier, 1825)			+		+	+		
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758)			+				+	
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771)	+	+	+		+	+		
Отряд Coleoptera								
<i>Berosus</i> sp. (larvae)			+					
<i>Dytiscus</i> sp. (larvae)		+					+	
<i>Haliplus ruficollis</i> (De Geer, 1774)		+						
<i>Haliplus</i> sp. (larvae)		+						
<i>Hydrophilidae</i> (larvae)		+						
<i>Elmidae</i> (larvae)			+			+	+	
<i>Gyrinus</i> sp. (larvae)		+	+					
<i>Peltodytes</i> sp. (larvae)							+	
<i>Platambus</i> sp.			+					

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Platambus maculatus</i> (Linnaeus, 1758)		+	+					
Отряд Hemiptera								
<i>Aquarius paludum paludum</i> Fabricius, 1794		+						
<i>Aphelocheirus (Aphelocheirus) aestivalis</i> (Fabricius, 1794)		+			+			
<i>Corixa</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Nepa cinerea</i> Linnaeus, 1758		+			+			
<i>Sigara (Subsigara) distincta</i> (Fieber, 1848)		+				+	+	
<i>Sigara (Subsigara) falleni</i> (Fieber, 1848)		+						
Отряд Trichoptera								
<i>Agraylea multipunctata</i> Curtis, 1834	+	+	+	+			+	
<i>Agraylea sexmaculata</i> Curtis, 1834		+						
<i>Anabolia laevis</i> Zetterstedt, 1840		+						
<i>Athripsodes cinereus</i> (Curtis, 1834)		+	+					
<i>Athripsodes</i> sp.							+	
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842)	+	+						
<i>Hydroptila tineoides</i> Dalman, 1819		+	+					
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (Curtis, 1834)				+				+
<i>Hydropsyche bulgaromanorum</i> Malicky, 1977				+	+			
<i>Hydropsyche contubernalis</i> McLachlan, 1865		+	+	+	+	+		
<i>Hydropsyche ornatula</i> McLachlan, 1878		+	+		+	+	+	
<i>Hydropsyche</i> sp.		+	+	+	+		+	+
<i>Leptoceridae</i>		+	+		+	+	+	
<i>Limnephilus flavicornis</i> (Fabricius 1787)						+		
<i>Limnephilus</i> sp.		+						
<i>Molanna</i> sp.			+					
<i>Mystacides azureus</i> (Linnaeus, 1761)			+	+				
<i>Mystacides</i> sp.		+	+					

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Neureclipsis bimaculata</i> (Linnaeus, 1758)		+						
<i>Orthotrichia costalis</i> (Curtis, 1834)	+	+						
<i>Polycentropodidae</i>	+							
<i>Potamophylax</i> sp.		+						
<i>Psychomyia pusilla</i> (Fabricius, 1781)		+	+					
<i>Setodes</i> sp.		+	+		+			
<i>Triaenodes bicolor</i> (Curtis, 1834)								+
Отряд Diptera								
Семейство Simuliidae		+	+	+	+	+	+	
<i>Simulium (Byssodon) maculatum</i> (Meigen, 1804)		+						
Семейство Tabanidae		+	+		+	+		
Семейство Ceratopogonidae		+	+	+	+	+	+	+
<i>Culicoides (Culicoides) pulicaris</i> (Linnaeus, 1758)			+	+	+	+		
Семейство Chironomidae								
<i>Ablabesmyia (Ablabesmyia) monilis</i> (Linnaeus, 1758)		+	+	+				
<i>Chironomus (Chironomus) plumosus</i> (Linnaeus, 1758)				+		+		
<i>Chironomus (Chironomus) riparius</i> Meigen, 1804				+	+			
<i>Chironomus</i> sp.					+	+	+	
<i>Chironomus (Lobochironomus) dorsalis</i> Meigen 1818				+			+	
<i>Cladotanytarsus (Cladotanytarsus) mancus</i> (Walker, 1856)	+	+	+	+			+	
<i>Corynoneura celeripes</i> Winnertz, 1852		+						
<i>Corynoneura</i> sp.		+	+	+				
<i>Cricotopus (Cricotopus) algarum</i> (Kieffer, 1911)	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cricotopus (Isocladius) sylvestris</i> (Fabricius, 1794)	+	+	+		+		+	

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Cricotopus</i> sp.	+	+	+		+			
<i>Cryptochironomus</i> (<i>Cryptochironomus</i>) <i>defectus</i> (Kieffer, 1913)	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptochironomus</i> sp.			+		+	+	+	
<i>Dicrotendipes nervosus</i> (Staeger, 1839)	+	+					+	
<i>Diamesa</i> (<i>Diamesa</i>) <i>insignipes</i> Kieffer, 1908			+					
<i>Diamesa</i> sp.	+		+		+			
<i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen, 1830)		+						
<i>Eukiefferiella</i> sp.		+	+	+	+	+		
<i>Eukiefferiella gracei</i> (Edwards, 1929)			+					
<i>Glyptotendipes</i> (<i>Glyptotendipes</i>) <i>gripekoveni</i> (Kieffer, 1913)		+				+		
<i>Harnischia fuscimanus</i> Kieffer, 1921			+	+		+	+	
<i>Lipiniella araenicola</i> Shilova, 1961				+			+	
<i>Micropsectra junci</i> (Meigen, 1818)		+	+	+	+		+	
<i>Microtendipes chloris</i> (Meigen, 1818)		+	+		+	+		
<i>Orthocladius</i> (<i>Orthocladius</i>) <i>rubicundus</i> (Meigen, 1818)		+	+		+			
<i>Orthocladius</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parachironomus pararostratus</i> (Harnisch, 1923)					+			
<i>Parakiefferiella</i> sp.			+					
<i>Paratanytarsus</i> sp.				+				
<i>Paratendipes intermedius</i> Chernovskij, 1949				+				
<i>Paratendipes nudisquama</i> (Edwards, 1929)					+			
<i>Polypedilum</i> (<i>Polypedilum</i>) <i>nubeculosum</i> (Meigen, 1804)		+	+		+	+	+	
<i>Polypedilum</i> (<i>Tripodura</i>) <i>scalaenum</i> (Schränk, 1803)			+	+	+		+	
<i>Polypedilum</i> (<i>Tripodura</i>) <i>bicrenatum</i> Kieffer, 1921		+	+	+	+	+	+	+

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть								
Таксон	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Polypedilum (Uresipedilum) convictum</i> (Walker, 1856)		+	+	+	+			
<i>Polypedilum</i> sp.		+	+	+		+		+
<i>Procladius (Holotanypus) ferrugineus</i> (Kieffer, 1918)		+	+					
<i>Psectrocladius (Allopectrocladius) obivius</i> (Walker 1856)		+	+	+	+			
<i>Psectrocladius (Psectrocladius) psilopterus</i> (Kieffer, 1906)				+	+	+		
<i>Pseudochironomus</i> sp.					+			
<i>Rheotanytarsus exiguus</i> (Johannsen, 1905)			+					
<i>Tanytus (Tanytus) punctipennis</i> Meigen, 1818				+			+	
<i>Tanytus (Tanytus) vilipennis</i> (Kieffer, 1918)		+	+	+	+		+	
<i>Tanytarsus gregarius</i> Kieffer, 1909	+	+			+	+		
<i>Tanytarsus</i> sp.	+		+		+			
<i>Thienemaniella clavicornis</i> (Kieffer, 1911)		+	+					
<i>Thienemannimyia lentiginosa</i> (Fries, 1823)				+				
<i>Thienemaniella</i> sp.		+	+					
<i>Tvetenia bavarica</i> (Goetghebuer, 1934)		+						
<i>Tvetenia tshernovskii</i> (Pankratova, 1968)		+						
<i>Zalutschia mucronata</i> (Brundin, 1949)				+				
Другие группы								
<i>Tipula</i> sp. (larvae)			+		+	+		
<i>Elophila</i> sp. (larvae)		+	+			+		
<i>Lepidoptera</i> (larvae)					+			
<i>Aedes</i> sp.		+						

г – раковины, m- мандибулы

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

Самыми распространенными и доминирующими видами макробентоса реки Прут за период наблюдений 2015-2018 гг. были следующие: **Oligochaeta:** *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Nais* sp.div, *Ophidonais serpentina*, *Psammoryctides barbatus*, *Stylaria lacustris*, *S. heringianus*, *Tubifex* sp.div; **Chironomidae:** *Chironomus (Chironomus) plumosus*, *C. (Cricotopus) algarum*, *C. (Cryptochironomus) defectus*, *Dicrotendipes nervosus*, *Micropsectra junci*, *Polypedilum (Uresipedilum) convictum*; **Crustacea:** *Limnomysis benedeni*, *Paramysis (Serrapalpis) lacustris*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *Echinogammarus ischnus*, *Obesogammarus obesus*, *Corophium* sp.; **Gastropoda:** *Theodoxus fluviatilis*, *Lithoglyphus naticoides*, *Physella acuta*, *Viviparus viviparus*; **Bivalvia:** *Dreissena polymorpha*, *D. rostriformis bugensis*, *Pisidium amnicum*, *Unio tumidus*.

Распределение таксонов по продольному профилю реки Прут представлено на Рисунке 4.1.5. Наибольшее разнообразие зарегистрировано в пунктах отбора проб Скулень и Браниште: 115 и 135 таксонов, что позволяет предположить отсутствие значительного антропогенного воздействия на этом участке реки, в результате чего, сложились благоприятные условия для развития донных беспозвоночных. Минимальные значения разнообразия отмечены на станциях Джурджулешть и Костешть-Стынка: 25 и 44 таксона, соответственно. В Костешть-Стынка это связано со спецификой отбора проб: они отбирались непосредственно на бетонных плитах дамбы водохранилища. Деятельность Международного Порта Джурджулешть является очень значимым источником загрязнения, а дноуглубительные работы разрушают среду обитания для бентосных беспозвоночных на данном участке реки Прут.

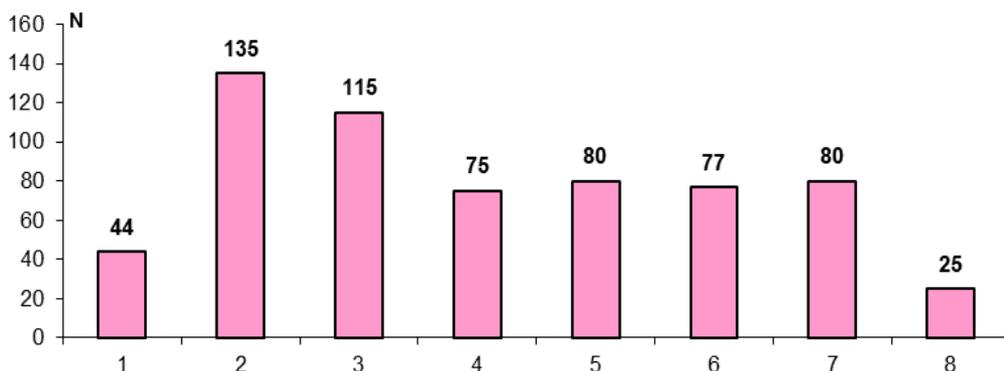


Рис. 4.1.5 Динамика численности таксонов донных беспозвоночных реки Прут (2015-2018 гг., пункты отбора проб как в Табл. 4.1.3)

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

Аналогичные результаты распределение таксонов по продольному профилю реки Прут были получены и в 2020 году: наибольшее разнообразие зарегистрировано на станции Браниште – 91 таксон, наименьшее – на станции Костешть-Стынка – 15 таксонов (Рис. 4.1.6).

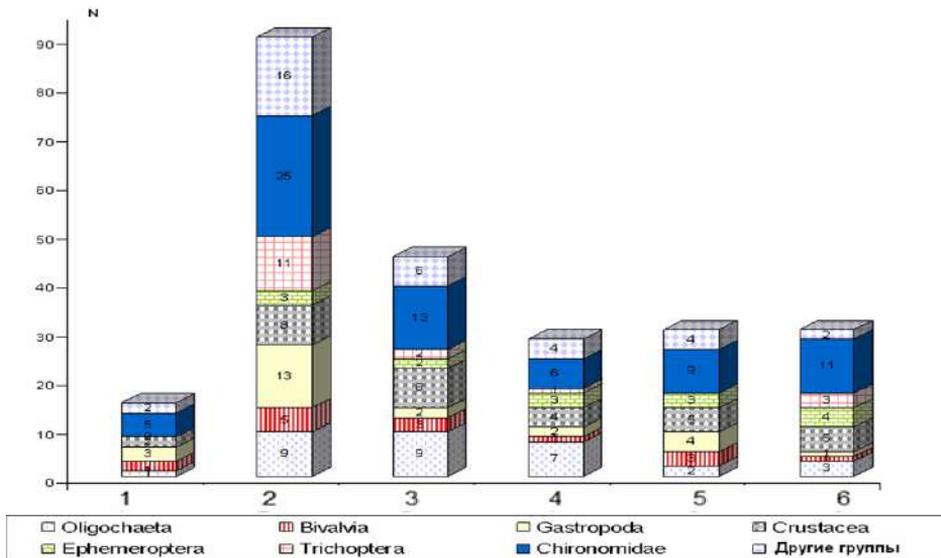


Рис. 4.1.6 Структура и динамика видового разнообразия зообентоса реки Прут (2020 г., пункты отбора проб: 1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Леушень, 4 Кагул, 5 Кышлица-Прут, 6 Джурджулешты)

На станции Костешть-Стынка (пограничный таможенный пункт) нет возможности по-другому спуститься к воде, кроме как по дамбе водохранилища. Поэтому зообентосная проба, отбираемая в этом пункте, не является типично зообентосом, но – зооперифитон, а потому представлена, в основном, моллюсками-обрастателями *Dreissena polymorpha* и *D. rostriformis bugensis* и комплексом видов, обитающих в этих обрастаниях, а также представителем нектобентоса мизидой *Limnomysis benedeni*.

Сезонная динамика видового разнообразия зообентоса на нижнем участке реки Прут имеет свои особенности, связанные с близостью устья и подпором воды из Дуная. Если отбор проб совпадает с такой гидрологической ситуацией, то в пробе на станции Джурджулешть количество таксонов может достигать 15, тогда как обычно здесь регистрируется только 3 - 5.

Чтобы оценить биоразнообразие сообществ бентосных беспозвоночных на разных участках реки Прут, были рассчитаны индексы Шеннона, Симпсона,

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

Маргалеффа и Индекс Альфа для всех пунктов отбора проб с использованием программы BioDiversityPro. Результаты представлены в Таблице 4.1.4. Сравнительный анализ рассчитанных биотических индексов показывает наибольшее разнообразие зообентоса на станциях Браниште и Скулень, наименьшее – в Костешть-Стынка, Кышлица-Прут и Кагуле.

Таблица 4.1.4 Индексы разнообразия макрозообентоса реки Прут (весна 2016)

Индексы	1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Shannon H' Log Base 10	0,027	0,927	0,851	0,600	0,663	0,225	0,301	0,677
Shannon Hmax Log Base 10	0,477	1,580	1,462	1,146	1,146	0,903	0,301	1,146
Shannon J'	0,057	0,587	0,582	0,524	0,579	0,250	1,000	0,590
Alpha	0,500	4,517	3,785	1,630	1,842	0,959	0,752	1,869
Simpsons Diversity (D)	0,980	0,230	0,256	0,333	0,300	0,775	0,444	0,328
Simpsons Diversity (1/D)	1,020	4,346	3,910	3,001	3,334	1,290	2,250	3,045
Margaleff M Base 10	31,665	16,912	18,636	18,380	20,407	20,204	73,000	20,642

Результат кластерного анализа видового сходства зообентоса на разных станциях отбора проб, выполненный на основе индекса Жаккара, представлен на Рис. 4.1.7.

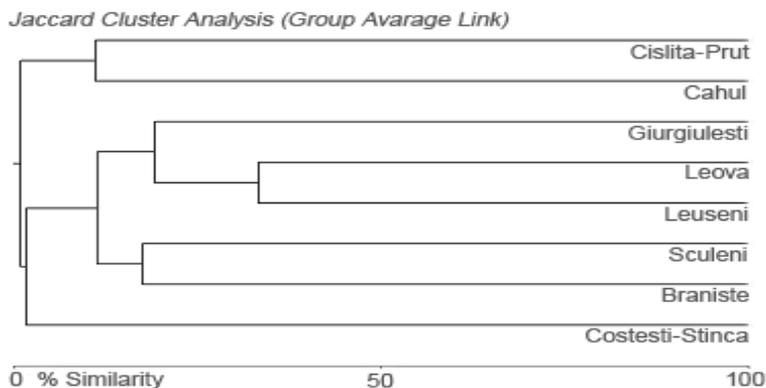


Рис. 4.1.7 Кластерный анализ таксономического сходства макробентоса на разных станциях отбора проб (Прут, 2016)

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

Как следует из результата кластерного анализа, наибольшее сходство по таксономическому составу зообентоса реки Прут наблюдается между станциями: Кагул и Кышлица-Прут – этот кластер обособлен от всех остальных; а также между станциями Браниште и Скулень; отдельный кластер – Леова, Леушень и Джурджулешть; специфику станции Костешть-Стынка, которая отличается от всех остальных, что уже обсуждалась выше, подтверждает результат и этого анализа.

Использование биотических индексов позволяет оценить видовое богатство и доминирование в структуре биоценоза, показывая относительную долю того или иного вида в фаунистическом комплексе разных биотопов. Индекс Шеннона, в применении к биотическим комплексам, отражает сложность структуры сообщества, где информация рассматривается как мера разнообразия. Участок реки Прут на станции Браниште имеет свою специфику в плане разнообразия донных субстратов, поэтому значение индекса Шеннона здесь самое высокое. На дамбе водохранилища Костешть-Стынка этот показатель самый низкий. Обратная динамика характерна для индекса Симпсона, который отражает доминирование видов и обратно пропорционален видовому разнообразию (Рис. 4.1.8).

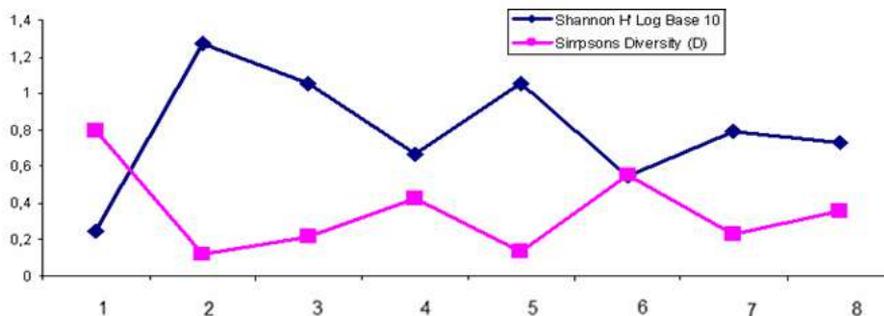


Рис. 4.1.8 Пространственная динамика индексов Шеннона и Симпсона для макробентоса реки Прут (2016 г. пункты отбора проб как в Табл. 4.1.3)

Таким образом, сравнительный анализ показателей биоразнообразия, доминирования и сходства позволяет убедиться в объективности полученных результатов исследования зообентоса Днестра и Прута и сделанных выводов о разнообразии этих сообществ и влиянии различных факторов на их формирование.

Как было отмечено выше, биоразнообразие – это часть общего разнообразия в природе, относящаяся к живым организмам и биологическим системам надорганизменного уровня (Протасов, 2002). Само по себе видовое разнообразие

не увеличивает стабильность сообщества, но увеличивает эффективность использования ресурсов (Tilman et al., 1996).

Восстановление биоразнообразия всегда начинается с восстановления среды обитания. Восстановление среды обитания экосистемы Днестра на станции Наславча связано, в первую очередь, с восстановлением приемлемого уровня воды, при котором суточные колебания не оказывали бы такого негативного воздействия на состояние бентосных сообществ. Восстановление биоразнообразия на участках рек, принимающих сточные воды, может быть достигнуто при введении в эксплуатацию локальных очистных сооружений. Восстановление разнообразия на участках рек, подверженных смывам загрязняющих веществ с окружающих территорий или производственных площадей (Джурджулешть), к сожалению, не представляется возможным на настоящем этапе расстановки приоритетов в человеческой деятельности.

4.2 Редкие, охраняемые и исчезающие виды

На территории Республики Молдова самые редкие и наиболее охраняемые виды донных макробеспозвоночных относятся к группам Mollusca, Mysida, Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera.

Одним из первых можно упомянуть брюхоногого моллюска *Theodoxus transversalis* (C.Pfeiffer, 1828) (**Gastropoda**). Редкий вид, занесенный в Красную книгу (МСОП) (Рис. 4.2.1). В предыдущее десятилетие изредка встречались только раковины этого вида, но летом 2013 г. в реке Прут было обнаружено десять живых экземпляров. Он был также отмечен в Днестре на станции Кочиеры (15.04.2014). Это важный факт для мониторинга и сохранения *T. transversalis*, поскольку каждая популяция этого редкого вида и, соответственно, места его обитания нуждаются в охране

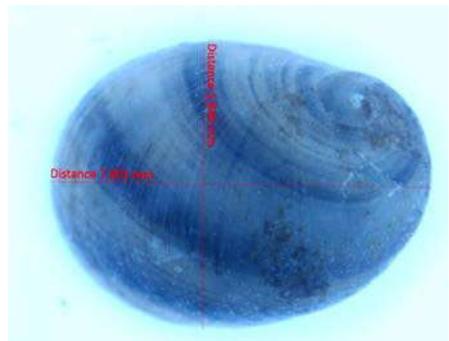


Рис. 4.2.1 *Theodoxus transversalis* (C. Pfeiffer, 1828)
(Фотография Мунжиу О.)

Вид *Unio crassus* Philipsson in Retzius, 1788 (**Bivalvia**), синоним – *Crassiana crassa*, двустворчатый пресноводный моллюск, считается исчезающим и редким видом, включенным в Красный список видов (МСОП) и Natura 2000. Олигосапроб, обитающий в проточных водах с высоким содержанием растворенного кислорода, чувствителен к загрязнению воды и общей деградации речных экосистем (Рис. 4.2.2).

Этому виду было дано множество синонимов из-за высокой пластичности морфологии раковины, обусловленной биотическими и абиотическими факторами. Однако изучение моллюсков с использованием молекулярных данных на территории Украины и России (Klishko et al., 2017) подтверждает справедливость классификации Жадина (Жадин, 1938). Эта классификация была применена и к моллюскам, зарегистрированным на территории Республики Молдова, расположенной между Румынией и Украиной.



Рис. 4.2.2 *Unio crassus* Philipsson in Retzius, 1788
(Фотография Мунжиу О.)

Живые моллюски *U. crassus* были обнаружены в одном пункте отбора проб на реке Днестр и в шести пунктах отбора проб на реке Прут. Наибольшие численность и биомасса зафиксированы на участке реки Прут в пункте отбора проб Крива в пробе, собранной дночерпателем Петерсена – 440 экз./м² и 6805 г/м², соответственно. Аналогичные данные при ручном сборе зафиксированы в пункте отбора проб Скулень – 13 экз./м² и 224 г/м². Максимальная частота встречаемости моллюска в пробах на этой станции составила 24%. Длина раковин живых особей варьировала от 4,0 см до 7,5 см, при средней длине 5,31 см, максимальная длина пустых раковин составляла 8,5 см.

Clathrocaspia knipowitchii (Makarov, 1938) (**Gastropoda: Hydrobiidae**) – эндемичный Понто-каспийский брюхоногий моллюск, который находится на грани исчезновения и также заслуживает внимательного рассмотрения. Существует множество синонимов этого вида, наиболее распространенные из них *Caspia gmelini*, *Caspia knipowitchi*, *Pyrgula (Caspia) knipowitchi* (Makarov, 1938), *Caspia makarovi* (Макаров, 1938; Жадин, 1952; Anistratenko et al., 2013; Anistratenko et al., 2021). С одной стороны, это обусловлено таксономической неопределенностью, а также небольшим размером и количеством живых особей этого редкого и чувствительного к содержанию кислороду вида. С другой стороны, типовые материалы *C. knipowitschii* были утрачены (Anistratenko et al., 2021).

За более чем 20-летний период исследований (2000-2021) из 1400 обработанных проб было собрано всего несколько десятков особей данного вида в русле Днестра на территории Республики Молдова. Живые моллюски были обнаружены в 2015-2020 годах. Но с 2000 по 2015 год во всех обычных точках отбора проб в бассейне реки Днестр, в том числе в Дубоссарском и Кучурганском водо-

хранилищах, были обнаружены только пустые раковины или единичные экземпляры (Рис. 4.2.3).



Рис. 4.2.3 *Clathrocaspia knipowitschii* (Makarov, 1938)
(Фотография Мунжиу О.)

появился редкий и находящийся под угрозой исчезновения Понто-каспийский моллюск *C. knipowitschii*, и при этом его ареал расширился на 650 км вверх по течению от устья Днестра до пос. Вэлчинец.



Рис. 4.2.4 *Hypanis colorata* (Eichwald, 1829)
(Фотография Багрин Н.)

Моллюски, собранные на территории Молдовы, встречались только в русле Днестра, на станциях сбора проб Вэлчинец, Сорока, Каменка, Вадул луй Водэ, Варница и Паланка. Следует отметить, что станция Паланка расположена на расстоянии всего лишь 4 км от типового местонахождения моллюска, описанного Макаровым (1938).

Максимальная численность *C. knipowitschii* для дочерпательной пробы составила 4480 экз./м², максимальная рассчитанная биомасса составила 5,12 г/м². Высота раковины варьировала от 0,65 до 2,59 мм. Общая численность собранных *C. knipowitschii* составила 81 экземпляр. Таким образом можно констатировать, что на территории Республики Молдова вновь

К сожалению, из 3 видов *Bivalvia*, занесенных в Красную книгу Республики Молдова (*Cartea Roşie a Republicii Moldova*, 2002, 2015), нами были обнаружены живые моллюски только одного вида – *Hypanis colorata* (Eichwald, 1829) (*Cardiidae*). В мае 2014 года осуществлялся отбор проб в Кучурганском водохранилище с помощью дночерпателя Петерсена и драги. При исследовании общего зообентоса была обнаружена 31 особь *H. colorata*. В пробе из верхнего участка водохранилища, собранной с помощью дночерпателя Петерсена, было обнаружено 5 особей. Пересчеты на 1 м² показали, что

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

что на этом участке численность вида могла составить 200 экз./м², а биомасса – 134,27 г/м². На среднем участке водохранилища численность популяции составила 6 экз./м², а биомасса – 1,04 г/м². На нижнем участке водохранилища, численность и биомасса популяции составила 40 экз./м² и 30,52 г/м², соответственно (Рис. 4.2.4).

Биометрические измерения моллюсков *H. colorata* показали, что средняя масса одной особи составила 0,267 г, максимальная – 2,533 г, минимальная – 0,0437 г. Средняя длина моллюска составила 11,9 мм, максимальная – 32 мм, минимальная – 6 мм. Средняя высота моллюска составила 8,3 мм, максимальная и минимальная – 21 мм и 3 мм, соответственно.

Поденку *Palingenia longicauda* (Olivier, 1791) (**Ephemeroptera**) относят к редким и находящимся под угрозой исчезновения европейским видам. Она включена в Приложение II (строго охраняемые виды фауны, Council of Europe, 2010) Конвенции о сохранении европейской дикой природы и естественной среды обитания (Бернская Конвенция, 1998 г.), в Карпатский список (Чехия, Румыния, Польша, Украина и Венгрия) исчезающих видов (Witkowski et al., 2003), а также в Красную книгу Украины (2009). И тем не менее, несмотря на угрозу исчезновения, этот вид ни разу не был включен в список редких видов Республики Молдова (Cartea Roşie a Republicii Moldova 2002, 2015).

Palingenia longicauda (Рис. 4.2.5) – амфибионтное насекомое, один из самых крупных видов поденок в Европе. Размеры взрослых особей, включая хвостовые нити, достигают 10 см (Bauernfeind, Soldan 2012).



Рис. 4.2.5 Личинка *Palingenia longicauda* (Olivier, 1791)
(Фотография Мунжиу О.)

Личинки обитают в реках с глинистыми берегами, в которых проделывают U-образные подводные ходы, где развиваются в течение 3 лет. Превращение в

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

субимаго происходит над водой. Вылет имаго синхронный, во время роения происходит спаривание и над водой видно много летающих поденок.

Этот вид был широко распространён в средних и крупных реках Европы до начала 20 века. Однако, активная индустриализация, загрязнение воды и деградация речных экосистем привели к исчезновению примерно 98% популяции *P. longicauda* (Bálint et al., 2012), а попытки восстановления популяции в Германии не дали ожидаемого результата (Tittizer, Andrikovics, 2008).

На территории Республики Молдова вид впервые упоминается в 1937 г. (Motaş & Băcesco, 1937). В водных экосистемах Прута и Днестра палингения отмечалась как обычный вид до 1973 года. Исчезновение этого вида, как и во многих европейских странах, связывают с антропогенным воздействием, в том числе строительством гидротехнических сооружений и загрязнением воды.

Загрязнение воды в результате индустриализации и широкого применения пестицидов до 22 кг/га могло привести к исчезновению *P. longicauda* на территории Молдовы (Бевза и др., 1969). На участке Прута между Унгенами и Кагулом уровень органического загрязнения по БПК₂₀ (биохимическое потребление кислорода) превышал ПДК в 3 раза; концентрация азота аммонийного составила 2 мгN/л (Бевза и др., 1969), что по действующей сегодня Системе классификации соответствует III классу качества. Свою долю в загрязнение реки Прут вносили правые притоки Бахлуй и Жижица (Teodosiu et al., 2009). Освоение прибрежных зон и загрязнение воды представляют наибольшую опасность для этого вида.

Некоторые особенности популяций *P. longicauda*, вероятно, могут способствовать их выживанию. Так, например, яйца значительной части самок могут развиваться партеногенетически (Landolt et al., 1997; Andrikovics, Turcsány 2001), что актуально для небольших популяций. Кроме того, генетическая изменчивость в небольших популяциях может быть удивительно высокой, что также должно способствовать выживанию *P. longicauda* (Bálint et al., 2012). Подтверждением этому может служить повторное появление *P. longicauda* в последние годы в некоторых местах Европы (Málnás et al., 2016).

Появление палингении в водоемах Республики Молдова (после почти 40-летнего перерыва и предположения о вероятном исчезновении этого вида) было обнаружено в весенних пробах зообентоса в 2010 году в пункте отбора проб возле города Кагул. В период с 2010 по 2016 год в русле реки Прут на станциях Браниште, Скулень, Лешень, Леова, Кагул, Готешть, Кышлица-Прут и Джурджулешть было собрано 578 личинок *P. longicauda* (Munjiu, 2017). Наибольшая численность личинок составила 2520 экз./м², максимальная биомасса – 109,36 г/м². Индивидуальная биомасса личинок палингении варьировала от 0,0001 до 0,358 г, длина личинок варьировала от 5 до

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

50 мм (Munjiu, 2017). Однако взрослые особи палингении при отборе проб на реке Прут не встречались. В то же время, на Днестре было отмечено появление имаго *P. longicauda*, но личинок в бентосных пробах не было. В июне 2013 г. во время сплава на байдарках в составе экспедиции Eco-TIRAS автором было обнаружено 30 экземпляров взрослых палингений на поверхности воды Днестра возле села Строенцы.

В мае 2019 г., впервые после длительного отсутствия с 1964 г., в пробах из Дубоссарского водохранилища (станция Ержово) было обнаружено несколько личинок Палингении длиннохвостой (Рис. 4.2.6).



Рис. 4.2.6 *Palingenia longicauda* (Olivier, 1791)
(Фотография Мунжиу О.)

Позднее, в июне 2021 года сотрудники Института зоологии при отборе проб выше порта Джурджулешть стали свидетелями роения поденок, которое было снято на фото и видео (Рис. 4.2.7).



Рис. 4.2.7 Ephemeroptera, включая *P. longicauda* и *Ephoron virgo* (Olivier, 1791), после роения
(Фотография Dumitru Bulat)

Тогда же, в июне 2021 года, научными сотрудниками Института зоологии Алиной Ларион и Викторией Нистрянэ на берегу реки Прут у пос. Джурджулешть были собраны 49 экземпляров поденок, из которых 2 были *P. longicauda*, личинка и имаго, остальные 47 взрослых особей принадлежали к другому виду поденок из семейства Polymitarcyidae – *Ephoron virgo* (Olivier, 1791) (Рис. 4.2.8).



**Рис. 4.2.8: 1 – *P. longicauda* личинка и имаго, L=10 cm;
2 – имаго *Ephoron virgo* (Olivier, 1791)
(Фотография Мунжиу О.)**

Результаты наших исследований и приведенные факты ясно указывают на существование на территории Республики Молдова по крайней мере нескольких жизнеспособных популяций редкого вида *Palingenia longicauda*, находящегося под угрозой исчезновения, и подтверждают новый значительный рефугиум этого вида в Европе.

Вид *Ephoron virgo* (Olivier, 1791) (**Polymitarcyidae**) так же, как палингения, относится к крупным роющим подёнкам. Этот вид обитал во многих реках Европы и Северной Африки, образуя в некоторых из них массовые скопления. Личинки этого вида в качестве укрытий строят в руслах рек U-образные норки, в которых они живут и питаются взвешенными веществами из потоков воды, образующихся в результате движения трахейных жабр. Личинки *E. virgo* десятилетиями отсутствовали в большинстве загрязненных рек Центральной Европы (Cid et al., 2008). Возвращение *E. virgo* произошло в 1990-е годы, что послужило поводом использовать его в качестве биоиндикатора (Cid et al., 2008).

Ephemera lineata Eaton, 1870 (**Ephemeridae**) – еще один редкий вид поденок, который является новым для фауны Республики Молдова (Рис. 4.2.9). Это один из крупных видов рода *Ephemera*: длина тела взрослой личинки – 14-22 мм (без хвостовых нитей) (Bauernfeind, Soldán, 2012). *E. lineata*, вероятно, и раньше

обитала на территории Республики Молдова, однако не была определена именно потому, что встречается редко, а также из-за особенностей жизненного цикла: одна генерация в 2 – 3 года.



Рис. 4.2.9 *Ephemera lineata* Eaton, 1870.

1 – Личинка, дорсальный вид; 2 – тергиты 6 – 10 с характерным рисунком
фотография сделана с использованием бинокляра SteREO Discovery V8 (Zeiss)
(Мунжиу и др., 2021)

Обычно этот вид обитает в крупных реках, на песчаных и песчано-илистых грунтах (Кутикова, Старобогатов, 1977). Встречается во многих европейских странах, в том числе в соседних Румынии (Prisecaru et al., 2014) и Украине (Godunko, Klonowska-Olejnik, 2003). Вид встречается и в Северной Азии, но значительно реже, чем сходная с ней *Ephemera vulgata* Linnaeus, 1758. Это может быть связано с более высокой чувствительностью личинок *E. lineata* к загрязнению воды (Bauernfeind, Soldán, 2012). В Великобритании вид *E. lineata* находится под охраной (Macadam, 2016).

По типу питания поденка *E. lineata* относится к активным и пассивным фильтраторам-детритофагам (Macadam, 2016). Из-за довольно скрытного образа жизни личинки в пробах встречаются редко. Большую часть жизни личинка (нимфа) проводит в воде, зарывшись в субстрат, и с помощью мощных мандибул и ног создает U-образные норки. Благодаря густо оперённым жабрам, нимфа создает поток воды в своих норках, что обеспечивает ей достаточное количество кислорода и пищи.

Взрослая личинка выходит на сушу и превращается в крылатую особь – субимаго, затем во взрослую особь. Вылет взрослых насекомых чаще всего мас-

совый и обычно происходит летом в сумерках. Из-за редукции ротового аппарата взрослые насекомые не питаются, а их пищеварительная тракт превращается в воздухоносную полость. Жизненный цикл *E. lineata* обычно составляет два года (2Y) (Bauernfeind, Soldán, 2012).

Личинки многих видов поденок чувствительны к загрязнению воды и общей деградации водных экосистем. Поэтому многие из них обитают в водоемах с олиго- или олиго-мезоапробными условиями и ненарушенными местообитаниями. Личинки поденки *E. lineata* предпочитают мезоапробные условия в реках с медленным течением (Bauernfeind, Soldán, 2012). Так же, как и взрослые подёнки, личинки являются ценным кормом для рыб, и рыбаки часто используют их (или их имитации) в качестве наживки при ловле рыбы.

Важно отметить и другие редкие для бентосной фауны Республики Молдова виды.

Paramysis baeri bispinosa (Crustacea: Mysidae), в настоящее время сведен в синоним *Paramysis bakuensis* G.O. Sars, 1895 (Daneliya et al., 2007) – вид ракообразных, включенный в Красную книгу Республики Молдова (Cartea Roşie a Republicii Moldova, 2002, 2015). На Рис. 4.2.10 представлены отличительные признаки вида *Paramysis bakuensis*.

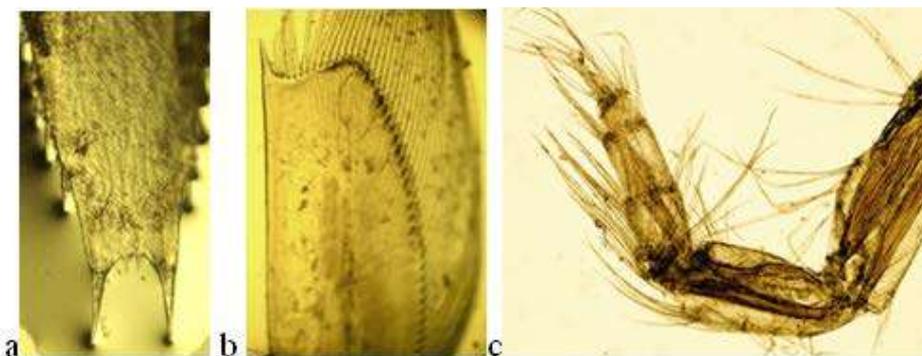


Рис. 4.2.10 *Paramysis bakuensis*: (a) – тельсон; (b) – антенна; (c) – перипод VI (Munjiu et al., 2021)
(Фотография Мунжиу О.)

В последние десятилетия вид *P. bakuensis* не встречается в пробах. Однако, в рамках международного проекта MIS ETC 1676 *P. bakuensis* были обнаружены в наших пробах в районе Измаила (Украина) в 2015 году. Присутствие этого вида в наших пробах дает ценную информацию для исследований, поскольку он встречается на краю ареала, а краевые популяции особенно уязвимы к изменениям

окружающей среды и имеют более высокий риск исчезновения. Это подтверждает обоснованность включения вида в Красную книгу (2015).

Astacus astacus (Linnaeus, 1758) (**Crustacea: Astacidae**) – еще один вид ракообразных, не встречавшийся в пробах в последние десятилетия (Дедю, Вальковская, 1961).

Stylurus (= *Gomphus*) *flavipes* (**Odonata**) (Рис. 4.2.11). Этот редкий европейский вид стрекоз внесен В Приложение II Конвенции о сохранении европейской дикой природы и естественной среды обитания (Бернская конвенция, 1998 г.).



Рис. 4.2.11 *Gomphus flavipes* (Carpentier, 1825), имаго и личинка
(Фотография Мунжиу О.)

Вид *Aphelocheirus* (*Aphelocheirus*) *aestivalis* (**Hemiptera**) включен в Красную книгу в некоторых европейских странах, поскольку за последнее столетие его численность резко сократилась. Олигосапроб.

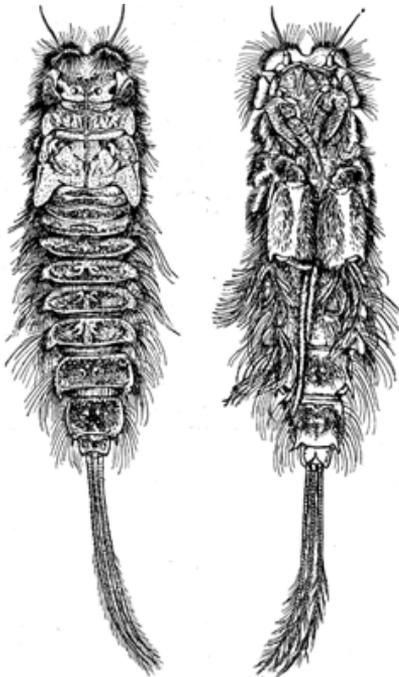
Говоря о видах зообентоса, чувствительных к загрязнению, следует отметить веснянок (**Plecoptera**), которые многие годы не встречаются в обычных точках отбора проб на реках Днестр и Прут. За последние годы в русле Днестра веснянки были собраны только один раз на станции Вэлчинец в 2012 г. Весной 2021 г. личинки веснянки были обнаружены на дополнительном пункте отбора проб – у села Вышкауцы, в ручье, непосредственно впадающем в Дубоссарское водохранилище. В русле Прута в бентосных пробах веснянки тоже не встречаются, однако их еще можно обнаружить в некоторых ручьях, впадающих в реку.

Целый ряд таксонов зообентоса относятся к видам, чувствительным к изменениям окружающей среды и в первую очередь исчезающих из состава донных

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

сообществ. Так, например, из зообентоса Дубоссарского водохранилища исчезли представители Plecoptera, *Oligoneuriella rheana*, *Polymitarsis*, *Ecdyonurus*, *Hydropsyche ornatula*. Необходимо отметить, что до создания водохранилища эти виды входили в состав доминирующих (Ярошенко, 1957). Уже можно предположить исчезновение такого редкого вида брюхоногих моллюсков как *Theodoxus transversalis* (Pfeiffer, 1828) (Gastropoda) (МСОП). Не менее важным является уменьшение ареала вида *Acroloxus lacustris* (Gastropoda), который в последние годы очень редко встречается в пробах.

В качестве еще одного примера уязвимости гидробионтов и их исчезновения можно упомянуть единственную находку в 1936 году эндемика реки Днестр *Behningia lesstagei* Motas & Bacesco, 1937 (*Behningia ulmeri*) в районе Вадуллуй Вод. На Рис. 4.2.12 представлен рисунок личинки поденки *B. lesstagei* из статьи Motas & Băcesco (1937).



Behningia lesstagei n. sp. Motas, nymphe $\times 7,2$.
Fig. 1. face dorsale. Fig. 2. face ventrale.

ci, il répond: „Il n'y aucune erreur à reconnaître que cet animal, par le mélange de tous ces caractères, est un type très spécial, tout à fait neuf, et anormalement Ephéméroptérien par son ensemble. Il n'est possible de le caser dans aucun des groupes connus“.

Il est certain que l'animal est très difficile à classer et que seule la découverte de l'imago pourrait trancher définitivement cette question.

Pourtant il nous semble que, en tenant compte de tout ce mélange de caractères et de la morphologie extraordinaire de cet Ephémère, on pourrait le classer dans une famille à part ¹⁾ dans le groupe des nymphes d'Ephéméroptères à branchies ventrales et à pattes filiformes sans griffes.

Aussi proposons-nous d'établir une famille nouvelle, celle des *Behningiidae* n. fam.

Localité. Vadul lui Vodă, 18 km à l'Est de Kichineff (département de Lăpușna). Fond de sable et de gravier, de 2 à 4 m de profondeur. Le 9.VI.1936; une nymphe femelle (leg. M. Băcesco).

Biocénose. *Palingenia longicauda* Oliv. (larves et nymphes); *Coenis halterata* (en grande abondance). *Heptagenia*; *Ecdyurus*, *Gomphus*, *Hydropsyche*; larves de Chironomides; *Aphelocheirus aestivalis* Fabr. (formes microptères et macroptères); *Lithoglyphus naticoides*, *Pisidium* sp. le polychète d'eau douce *Hypnia invalida* Gr.

Parmi les Péracarides: *Dikerogammarus haemobaphes* (Eich.) *D. villosus* (Sow.) Mart. et *Chaetogammarus tenellus* Sars ²⁾.

Рис. 4.2.12 Фрагмент статьи 1937 года с эндемиком Днестра личинкой поденки *Behningia lesstagei* Motas & Băcesco, 1937

Из других редких для фауны Республики Молдова видов амфибионтных насекомых следует отметить ручейников (Tricoptera). Их крылатые стадии

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

очень похожи на бабочек. Развитие происходит с полным превращением. Личинки и куколки ручейников обитают в различных типах водоемов, за исключением термальных, высокоминерализованных и водоемов с низким содержанием кислорода (Цалолихин, 2001). Ручейники распространены по всему миру, кроме Антарктиды. В настоящее время в мире насчитывается около 15 000 видов ручейников (Holzenthal et al. 2015). Наибольшее видовое разнообразие, как и следует из русского названия, наблюдается в ручьях (Цалолихин, 2001).

На территории Республики Молдова первый список Tricoptera был опубликован в 1957 году по результатам комплексного изучения реки Днестр (Ярошенко, 1957). Список включал 18 таксонов ручейников, определенных в бентосных пробах. В настоящее время в Республике Молдова идентифицировано 33 вида Tricoptera. Несколько таксонов определены до более высокого таксономического ранга (Munjiu et al., 2021; Мунжиу, 2022).

Tricoptera в переводе с латыни означает «волосистокрылые» (Качалова, 1987): trichos – волосы и ptera – крылья. Обычная продолжительность жизни личинок ручейников варьирует от 1 года до 3 лет. В течение этого периода в процессе роста они несколько раз линяют. Длина тела личинок варьирует от 2 до 3 мм у Orthotrichia, до 40 мм – у Phryganea (Кутикова, Старобогатов, 1977). Взрослая личинка превращаются в куколку, которая после созревания выплывает на берег, выходит из воды, снова линяет и превращается во взрослое крылатое насекомое.

Личинки ручейников строят видоспецифичные домики или ловчие сети, прикрепляемые к различным донным субстратам. Личинки питаются водорослями, детритом и макрофитами, но есть и свободноживущие хищники, обычно питающиеся личинками других насекомых. В то же время ручейники служат пищей другим животным, в первую очередь рыбам и птицам. Ручейники играют важную роль в экосистемах, осуществляя перенос вещества из водных экосистем на сушу во время вылета взрослых насекомых.

Личинки ручейников предпочитают водоемы с чистой водой и высоким содержанием кислорода (Кутикова, Старобогатов, 1977). Они чувствительны к загрязнению среды обитания, поэтому данные о численности и разнообразии видов Tricoptera используются в различных системах биомониторинга.

Некоторые представители ручейников признаны редкими охраняемыми видами.

Anabolia furcata Brauer, 1857 (**Trichoptera**) – редкий для Республики Молдова вид ручейников, обнаружен только в двух точках отбора проб.

Psychomyia pusilla (Fabricius, 1781) (**Psychomyiidae** Walker, 1852) – новый для фауны Республики Молдова вид ручейников (Рис. 4.2.13). Его личинки были

собраны в русле реки Прут, в пункте отбора проб Браниште. Длина личинок составляла 3,4 – 6,3 мм. Этот вид широко распространен и обычен в Европе (Urbanič et al., 2003), включая соседние страны Румынию (Ciubuc, 1993) и Украину (Szczęsny & Godunko, 2008). На территории Республики Молдова встречается только на некоторых участках реки Прут, не подверженных значительному загрязнению.

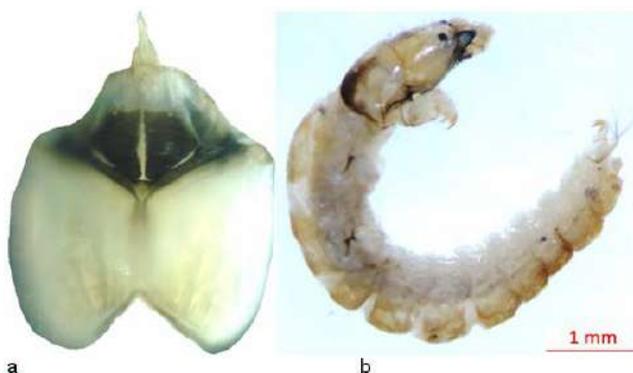


Рис. 4.2.13 *Psychomyia pusilla*: а – голова, вентральный вид; б – личинка, общий вид (Munjiu et al., 2021) (Фотография Мунжиу О.)

В наших исследованиях наибольшее разнообразие ручейников было зафиксировано в Дубоссарском водохранилище на станциях Ержово и Гояны – 12 и 18 таксонов, соответственно. Самый распространенный вид – *Agraylea multipunctata* Curtis, 1834 (Рис. 4.2.14,1) отмечен в количественных и качественных пробах на 7 станциях в русле Днестра и в Дубоссарском водохранилище. А такие виды как: *Anabolia furcata*, *Oligostomis reticulata*, *Limnephilus flavicornis* и *Phryganea bipunctata* (Рис. 4.2.14,2) встречались редко и в единичных экземплярах.

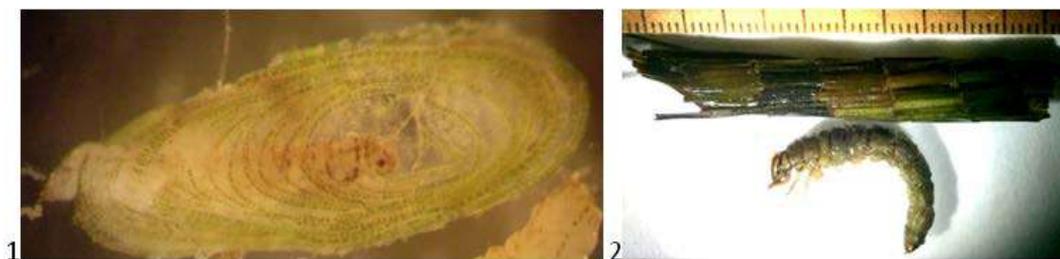


Рис. 4.2.14: 1 – *Agraylea multipunctata* Curtis, 1834 и 2 – *Phryganea bipunctata* Retzius 1783 со своими видоспецифичными домиками (Мунжиу, 2022) (Фотография Мунжиу О.)

Высокая численность была отмечена для видов *E. tenellus* (Рис. 4.2.15,1), *Hydroptila* sp. – 960 экз./м² (ст. Кочиерь, 2021), *Mystacides* sp. – 960 экз./м² (ст. Каменка, 2015) и *Oecetis ochracea* (Рис. 4.2.13,2) – 800 экз./м² (ст. Кочиерь, 2016). Многочисленными были также *A. cinereus* – 400 экз./м² (ст. Вэлчинец, 2021) и *O. costalis* – 320 экз./м² (ст. Гоень, 2021)

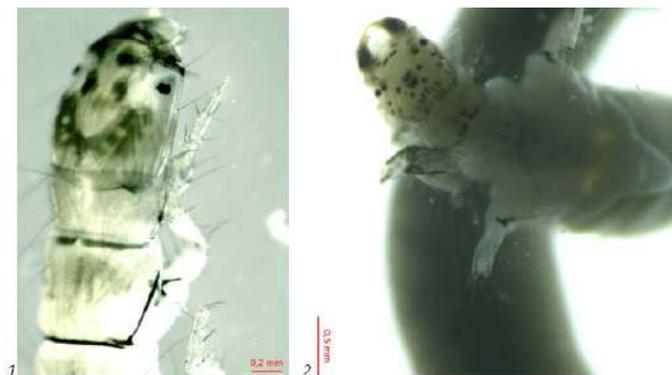


Рис. 4.2.15: 1 – *Ecnomus tenellus* (Rambur, 1842); 2 – *Oecetis ochracea* (Curtis, 1825) (Мунжиу, 2022) (Фотография Мунжиу О.)

Из 28 идентифицированных таксонов 19 – виды индикаторы сапробности, имеющие индикаторную значимость (*S*) от 1,20 до 2,20, что соответствует вариации качества воды от олигосапробной до β -мезосапробной зоны.

В категорию индикаторов олигосапробной зоны включено 10 таксонов: *Agraylea* sp., *Athripsodes bilineatus*, *Hydroptila* sp., *Leptoceridae*, *Limnephilus flavicornis*, *Neureclipsis bimaculata*, *Phryganea bipunctata*, *Phryganea* sp., *Plectrocnemia* sp., *Polycentropodidae*.

Остальные 11 идентифицированных таксонов ручейников относятся к индикаторам β -мезосапробной зоны: *A. furcata*, *A. cinereus*, *E. tenellus*, *Hydropsyche* sp., *M. azureus*, *M. longicornis*, *O. furva*, *Oecetis* sp., *O. ochracea*. Таким образом, все виды ручейников в данном исследовании относятся к индикаторам чистых и умеренно загрязненных вод.

Если учитывать личинок ручейников, собранных в некоторых правобережных притоках Днестра на территории Республики Молдовы (недалеко от впадения в Днестр), то список можно дополнить такими видами как *Hydropsyche angustipennis* (Curtis, 1834), *Hydropsyche pellucidula* (Curtis, 1834), *Rhyacophila nubila* (Zetterstedt, 1840) и *Grammotaulius* sp. (Мунжиу, 2022).

Необходимо подчеркнуть некоторые изменения относительно разнообразия ручейников реки Днестр. Хотя число таксонов увеличилось с 18 в 1957 г. до 28 в

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

2021 г., это связано, прежде всего, с более детальной идентификацией видов, а не с реальным увеличением биоразнообразия этой группы амфибионтных насекомых на территории Республики Молдова.

Поскольку Дубоссарское водохранилище является проточно-русловым и практически полностью обеспечивается водой из реки Днестр, основу его донной фауны составляют реофильные виды. Мы полагаем, что только многолетние исследования донных биоценозов реально отражают изменения качества среды обитания гидробионтов. В первую очередь, это относится к наиболее чувствительным к загрязнению и общей деградации водоемов таксонам макробентоса, таким как ручейники.

Именно поэтому вид *Hydropsyche ornatulata*, который в 60-е годы был одним из доминантных видов в верховьях водохранилища, в период 2015-2022 гг. наблюдался лишь в отдельных экземплярах ниже плотины, в русле Днестра на станции Вадул луй Водэ. В собранных нами пробах также не обнаружена упомянутая Ярошенко в русле Днестра *Wormaldia subnigra* McLachlan, 1865 (Ярошенко, 1957). Многолетнее их отсутствие в пробах может быть связано с исчезновением подходящих мест обитания. Личинки этого вида обитают в реках с быстрым течением среди камней (Кутикова, Старобогатов, 1977), а такие места в русле Днестра на территории Республики Молдова становятся все более редкими в связи с гидростроительством, заилением, зарастанием макрофитами и другими факторами, оказывающими негативное влияние на развитие данных гидробионтов.

Негативное влияние на распространение ручейников оказывает и сброс неочищенных сточных вод. Так, например, в бентосных пробах, собранных на станции Сороки, за период 2015-2022 гг. не было обнаружено ни одного экземпляра ручейников. На станции Сукля, расположенной ниже по течению г. Тирасполя, был обнаружен только один таксон, и то только один раз. Что касается других изученных участков реки Днестр, то на ст. Наславча выявлено 2 таксона, на ст. Вэлчинец – 5, на ст. Сороки (6 км ниже по течению, у ручья) – 2, в Каменке – 8, в Ержово – 12, Гоянах – 18, в Кочиерах – 10, в Вадул луй Водах – 9, в Варнице – 4, в Паланке – 7.

Таким образом, наибольшее биоразнообразие ручейников и регулярное присутствие в пробах отмечено в Дубоссарском водохранилище и на непосредственно прилегающих к нему территориях (10 – 18 таксонов). На участках с наибольшим антропогенным влиянием, например, на многих станциях русловой части Днестра выше и ниже плотины Дубоссарского водохранилища, Tricoptera либо отсутствуют, либо встречаются редко и в единичных экземплярах.

4.3 Инвазивные виды

Если мы говорим об инвазивных видах, то для макробентосных беспозвоночных есть общепризнанные определения. К инвазиям биологических видов относятся все случаи распространения организмов, вызванные деятельностью человека (интродукция), а также естественные миграции видов за пределы их естественных ареалов распространения (расширение естественного ареала), неизмененных деятельностью человека в исторический период. Этот период принято считать со второй половиной голоцена, т.е. примерно 5-6 тыс. лет назад (Алимов, Богущая, 2004).

Процессы глобализации и изменение климата способствуют распространению инвазивных видов. Кроме этого, инвазии, т.е. биологическое загрязнение окружающей среды, создает большую опасность исчезновения местных видов и сокращения биоразнообразия.

Биологические инвазии, связанные с деятельностью человека, приводящие к глобальному смещению ранее изолированных фаунистических комплексов, признаны одним из важнейших элементов глобальных изменений. Географическая изоляция морей и континентов была нарушена несколько столетий назад и продолжает нарушаться с возрастающей скоростью в последние десятилетия.

В большинстве морей и внутренних водоемах Европы значительная часть нынешнего структурного и функционального разнообразия имеет чужеродное происхождение. Такое разнообразие называют ксеноразнообразием (xenos – чужеродный), чтобы указать его происхождение, вызванное не автохтонными видами, а чужеродными, неместными, экзотическими, интродуцированными (Leppäkoski, Olenin 2000). В некоторых сильно измененных водных экосистемах ксеноразнообразие имеет тенденцию достигать, и даже превосходить, естественное природное биоразнообразие автохтонных видов.

В настоящее время численность чужеродных беспозвоночных в различных частях мира увеличилась, что привело к структурным и функциональным изменениям в водных экосистемах (Cohen, Carlton, 1998; Leppäkoski et al., 2002; Alexandrov et al., 2007). Скорость расселения вида и способность выживать и размножаться в новых условиях являются важными характеристиками инвазивных видов. Инвазивные виды могут взаимодействовать с местными видами посредством хищничества, конкуренции за ресурсы, изменением среды обитания, вызывая исчезновение видов и необратимую потерю генетического разнообразия. Утрата или появление ключевых функционально доминирующих видов может иметь серьезные последствия, вызывая быструю утрату местного биоразнообразия.

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

зия. Уязвимость экосистем возрастает с увеличением степени антропогенного воздействия.

Согласно правилу Вильямсона (Williamson, Fitter, 1996), 10% интродуцированных видов (либо 5–20 % для водных экосистем) могут создать устойчивые популяции и увеличить свою численность до уровня, достаточного, чтобы повлиять на экосистему-реципиента, снижая ее биоразнообразие и стабильность.

В настоящее время не существует универсальных критериев оценки минимального ущерба, причиняемого чужеродным видом, определяющего его как вредный. Каждое появление новых видов или резкий рост их численности влияет на местные популяции и может привести к дестабилизации водной экосистемы.

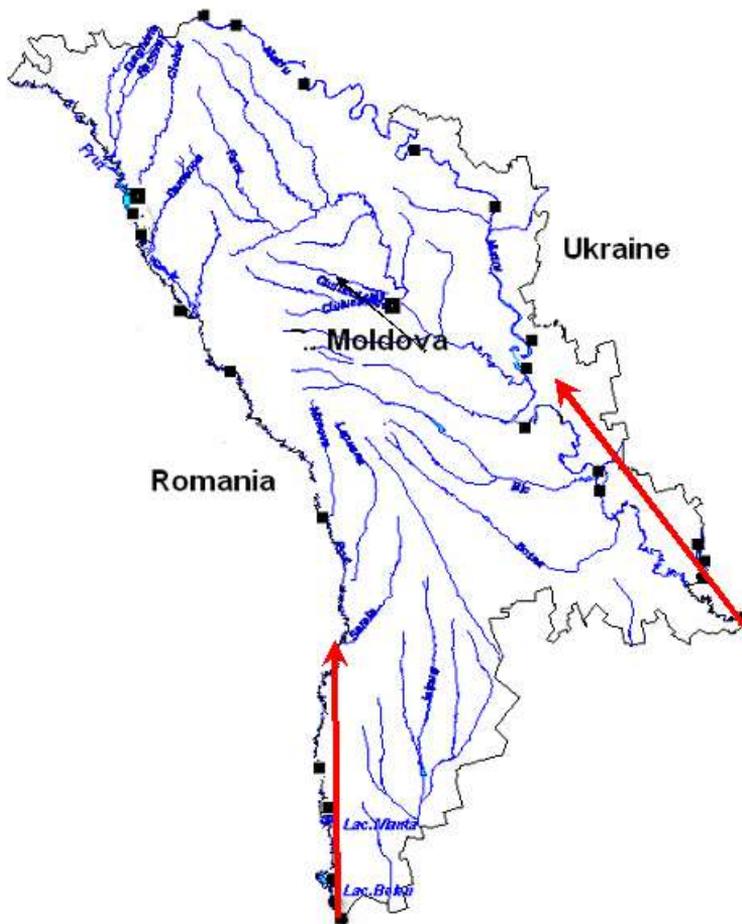


Рис. 4.3.1 Пути проникновения чужеродных видов макробентоса на территорию Республики Молдова

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

В Республике Молдова, как и в большинстве стран мира, появление инвазивных видов гидробионтов прямо или косвенно связано с деятельностью человека: гидростроительством, развитием аквакультуры, судоходством.

За период исследований (2007-2023) определены инвазивные виды макробентоса и пути их проникновения в речные экосистемы Республики Молдова. В отличие от многих других регионов, в большинстве случаев чужеродные (инвазивные) виды распространяются вверх по течению рек (Рис.4.3.1).

Анализ специальной литературы, а также собственные исследования позволили составить список 22 наиболее известных на сегодняшний день инвазивных видов (неаборигенных, экзотических, адвентивных, чужеродных) макробентосных беспозвоночных водных экосистем на территории Республики Молдова.

К ним относятся: олигохета *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892; моллюски *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774), *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897), *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), *Ferrissia californica* (Rowell, 1863), *Potamopyrgus antipodarum*, (Gray, 1843); амфиподы *Chelicorophium curvispinum* (G.O. Sars, 1895), *C. maeoticum* (Sowinsky, 1898), *Gmelina pusilla* (Sars, 1863) = *Yogmelina pusilla* (G.O. Sars, 1896), *G. costata* Sars, 1863, *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *D. villosus* (Sowinsky, 1894), *Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894); кумовые раки *Pterocuma pectinata* (Sowinsky, 1893), *Pseudocuma (Stenocuma) cercaroides* G.O. Sars, 1894, *Caspiocuma campylaspoides* (Sars, 1897); мизиды *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, *Paramysis (Serrapalpis) lacustris* (Czerniavsky, 1882), *Katamysis warpachowskyi* G.O. Sars, 1893; десятиногие раки *Macrobrachium nipponense* (de Haan, 1849) и *Rhithropanopeus harrisii* (Gould, 1841).

Виды *Corophium curvispinum*, *C. maeoticum*, *Gmelina pusilla*, *G. costata*, *Dikerogammarus haemobaphes*, *D. villosus*, *Pontogammarus robustoides*, *Pterocuma pectinata*, *Stenocuma cercaroides*, *Caspiocuma campylaspoides*, *Paramysis lacustris*, *Limnomysis benedeni*, *Katamysis warpachowskyi* были включены в список на основании данных об их интродукции в различные водоемы Республики Молдова с целью улучшения их кормовой базы и рыбопродуктивности.

Для гидрографических бассейнов рек Днестра и Прута можно найти материалы по палеоинвазиям ракообразных. Существуют две теории заселения Понто-каспийских рек мизидами. Так, последователи реликтовой теории Мартынова (Мартынов, 1924) считают, что *Paramysis lacustris*, *Limnomysis benedeni*, *Paramysis baeri bispinosa*, *Katamysis warpachowskyi* являются реликтами трансгрессий третичных морей.

Последователи иммиграционных теорий Бирштейн (Бирштейн, 1935, 1949) и Дедю (Дедю, 1967, 1980) полагают, что эти виды мигрировали из хвалынского бассейна в реки Понто-каспийского региона через пролив Маныч в четвертичном периоде. Они допускают полное вымирание эндемической фауны в Карангатском море, так как нет свидетельств сохранения Понто-каспийской эндемичной фауны в данный период. Старобогатов считает (Старобогатов, 1970), что Понто-каспийская эндемичная фауна не исчезла полностью в карангатский период, а была вынуждена мигрировать в лиманы и устья рек в так называемый «каспийский» период. Следовательно, виды из нижних участков рек являются реликтовыми видами. В верхнем и среднем течении рек «каспийские» виды появились в результате миграции (Дедю, 1967, 1980).

Одним из видов ракообразных, чужеродность которого в нашем регионе не вызывает вопросов, является самый крупный новый вид ракообразных на территории Республики Молдова – субтропическая пресноводная креветка *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) (Рис. 4.3.2).



Рис. 4.3.2 Самый крупный экземпляр *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) из Кучурганского водохранилища, общая длина 11,7 см (Коллекция Института зоологии) (Munjiu et al., 2023)

Этот вид впервые появился в Китае около миллиона лет назад (Chen et al., 2017). Нативным ареалом этого вида является Восточная Азия: Китай, Япония, Корея, Вьетнам, Тайвань и Мьянма (Holthuis, 1980; Cai, Ng, 2002; Chen et al., 2017; Zheng et al., 2019). Креветок рода *Macrobrachium* можно найти в различных водоемах: озерах, водохранилищах, реках, прудах, ручьях, болотах и подземных водах (Zheng et al., 2019). *M. nipponense* предпочитает водоемы с илесто-песчаным дном и обилием водорослей (Супрунович, Макаров, 1990). Весь жизненный цикл кре-

ветки проходит в пресной воде, но личинки *M. nipponense* могут успешно расти в воде с соленостью до 12,5‰ (Wong, McAndrew, 1990). Соленость 10‰ не оказывает существенного влияния на рост *M. nipponense* (Кулеш, 2013).

Оптимальная температура развития *M. nipponense* составляет 25-28°C, однако они могут выживать в диапазоне температур от 2-5°C зимой до 30-36°C летом (Alekhnovich, Kulesh, 2001; Кулеш, 2013.). В оптимальных условиях восточная речная креветка может достигать половой зрелости через 2,5 месяца при минимальной длине 33-34 мм в нативном ареале и в водоемах-охладителях (Кулеш, 2013). Для особей в нативном ареале максимальная общая длина составляла 99 мм (Holthuis, 1980). Однако в водоемах, в которые она была интродуцирована, крупнейшие особи могут достигать общей длины до 105 мм (Владимиров и др., 1989) и даже 120 мм (Карлов и др., 1988). Средняя продолжительность жизни составляет 2-3 года (Ogawa et al., 1991).

Экологическая устойчивость *M. nipponense* и ее вкусовые качества способствуют ее выращиванию в многочисленных хозяйствах по всему миру, с общим объемом производства 237,1 тыс. тонн в 2018 году (FAO, 2020). Производство восточной речной креветки за тот же период даже превышает производство *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879), известной как гигантская речная креветка, – 234,4 тыс. тонн (FAO, 2020). Благодаря широкой экологической валентности, эта креветка быстро распространяется и ее ареал значительно расширяется.

В Европе *M. nipponense* появилась случайно. В 1960 году эта креветка была непреднамеренно интродуцирована вместе с растительноядными карповыми рыбами из бассейна р. Янцзы (Иванов, Старобогатов, 1974) в водоем-охладитель Электрогорской ГРЭС Московской области. Затем, в 1982 году, ее интродуцировали в водоем-охладитель Березовской ГРЭС в Беларуси (Кулеш, 2013).

В 1986 году *M. nipponense* была завезена в Республику Молдова из Беларуси и интродуцирована в бывший Кучурганский лиман, который после введения в эксплуатацию в 1964 году Кучурганской ГРЭС стал использоваться в качестве ее водоема-охладителя. Это привело к увеличению среднегодовой температуры воды в Кучурганском водохранилище на 6°C и, как следствие, к значительному сокращению (на 70 видов) видового разнообразия бентосных беспозвоночных, в том числе и Понто-каспийских ракообразных (Владимиров и др., 1989). В ответ на эти изменения, с целью заполнения освободившихся экологических ниш и поддержания рыбопродуктивности (Владимиров и др., 1989), в Кучурганский лиман-охладитель была интродуцирована *M. nipponense*.

Во время интродукции планировалось, что субтропическая пресноводная креветка успешно образует устойчивую местную популяцию и не будет распро-

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

страняться из зон с зимними температурами 2-5°C. В апреле 1986 года было интродуцировано около 2000 особей, и уже к концу 1987 года численность популяции достигла 600000 экземпляров. В местах с наибольшим скоплением численность превышала 100 экз./м² (Владимиров и др., 1989). До 2012 года этот вид обитал только в Кучурганском водохранилище. Однако, несмотря на свою термофильность, популяция *M. nipponense* успешно адаптировалась к низким зимним температурам (0,2-2,5°C) и смогла расширить свой ареал. Вид вышел за пределы Кучурганского водохранилища, поднялся вверх по течению реки Днестр, был зарегистрирован у Тирасполя (Филипенко, 2014), и вниз по течению до устья Днестра на территории Украины (Степанок, 2014).

В течение 2011-2022 гг. креветки регистрировались в количественных и качественных пробах как в местах интродукции, так и в новых зонах ее распространения: у плотины Дубоссарской ГЭС, в устье реки Реут и в двух километра вверх по течению, в городских прудах г. Кишинева, в прудах рыбхоза Гура Быкулуй, расположенного в бассейне реки Бык, в пруду на реке Бэлцата и в рукаве реки Днестр Турунчук (Munjiu et al., 2023). Более того, в настоящее время отдельные экземпляры креветки обнаружены и в русле реки Прут.

Все точки отбора проб, где были зафиксированы креветки, находятся либо в сильно измененных антропогенным воздействием водных экосистемах, либо в искусственных водоемах. *M. nipponense* обнаружена на участках с умеренной скоростью течения, в стоячих водоемах, в местах с каменистой насыпью, с илисто-песчаным дном и макрофитами. Численность *M. nipponense* варьировала от 1 до 12 экз./м², а биомасса от 0,758 до 4,63 г/м², соответственно. Максимальная численность и биомасса отмечены в Кучурганском водохранилище – 12 экз./м² в 2012 г.

Таким образом, расстояние от места интродукции креветки вверх по течению реки составляет 210 км. В прудах села Гура Быкулуй и в пруду, расположенном на реке Бэлцата (Мунжиу, 2021), численность креветки достигала 3-4 экз./м². В последние годы этот вид также успешно заселил рекреационные пруды в городской черте г. Кишинева (Валя Трандафирилор, Валя Морилор), расположенных на расстоянии 17 км от реки Днестр и изолированных от нее. Надо отметить, что обнаруженные здесь три экземпляра достигали 36 мм и, следовательно, были половозрелыми.

В настоящее время *Macrobrachium nipponense* была отмечена и в соседних странах – Украине (Son et al., 2020, Zhmud et al., 2022) и Румынии (Surugiu, 2022).

Основными экологическими и антропогенными факторами, способствовавшими распространению *M. nipponense* на территории Республики Молдова, являются следующие: интродукция *M. nipponense* в Кучурганское водохранилище;

изменение температуры в Кучурганском водохранилище и ближайших водоемах; непреднамеренная (или намеренная) интродукция креветки владельцами рыбноводных прудов и аквариумистами в различные водоемы. Распространению способствовала и широкая экологическая толерантность *M. nipponense* к температуре и солености, включая толерантность к низкой зимней температуре – ниже 2-5°C, чем было отмечено ранее (Кулеш, 2013). Успешной адаптации пресноводной восточной креветки в нашем регионе способствовало и общее повышение температуры на 0,8-2,5°C (IPCC, 2013). В период наших исследований температура в Кучурганском водохранилище-охладителе варьировала от 0,2°C до 35°C, в Нижнем Днестре – от 1,0°C до 28,0°C, а в реке Рэут – от 2,5°C до 27,6°C. Таким образом, популяция *M. nipponense* на территории Республики Молдова хорошо адаптировалась к низким зимним температурам от 0,2°C до 2,5°C, и для этого ей потребовалось около 25 лет.

Несмотря на то, что все исследованные нами особи креветок соответствуют описанию вида *M. nipponense*, некоторые экземпляры незначительно различаются по количеству дорсальных и вентральных зубов и уменьшением длины вторых переоподов, что может быть возможной морфологической адаптацией к местным экологическим условиям.

К чужеродным видам ракообразных на территории Республики Молдова, следует также добавить грязевого краба *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (Maitland, 1874), зарегистрированного в Кучурганском водохранилище в 2016 г. (Филипенко, Мустя, 2016). *R. harrisi* является типичным инвазивным видом, успешно расширяющим свое присутствие во многих частях мира. При этом необходимо признать, что воздействие грязевого краба на заселяемые ареалы еще недостаточно изучено (Fofonoff et al., 2018).

R. harrisi небольшой краб, размером до 21,3 мм, нативный ареал которого расположен на восточном побережье Северной Америки. Этот вид способен адаптироваться к широкому спектру солености. За пределами нативного ареала вид зарегистрирован в пресноводных водоемах Европы, Японии, Венесуэлы, включая некоторые водоемы с высоким содержанием минеральных веществ (ERSS, 2018). Наиболее вероятно, что распространение краба связано с судоходством, транспортировкой устриц и рыболовством. Негативные последствия вселения *R. harrisi* включают сокращение численности брюхоногих моллюсков, мелких ракообразных, хирономид, уменьшение общего видового разнообразия (ERSS, 2018).

Основную опасность для водных экосистем Молдовы представляют инвазивные виды-эдификаторы, являющиеся конкурентами аборигенных видов.

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАСЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

Например, инвазивные двустворчатые моллюски могут оказывать влияние не только на биоразнообразии нативных моллюсков, но и на структурно-функциональные компоненты донных и планктонных биоценозов.

Моллюски – одна из ключевых групп организмов в процессе биологических инвазий, характеризующаяся большим числом видов, разнообразием жизненных стратегий и важной ролью в экосистемах. Особенностью внедрения чужеродных видов моллюсков в водные экосистемы Республики Молдова является их распространение вверх по течению.

Не все чужеродные виды оказывают значительное влияние на экосистемы региона-реципиента. Только около 10% становятся угрозой для биоразнообразия аборигенных видов и структурно-функциональных особенностей водных экосистем, подверженных чужеродным инвазиям. К таким видам следует отнести моллюсков *Dreissena bugensis* (Andrusov 1897), появление которого в бассейне реки Днестр было зарегистрировано в 2004 г. (Toderas et al., 2006a; Филипенко, Лейдерман, 2006), *Sinanodonta woodiana* (Lea 1834) (Munjiu, Shubernetski, 2008) и *Corbicula fluminea* (Müller 1774) (Munjiu, Shubernetski, 2010). Несмотря на свое недавнее появление, эти виды уже сформировали устойчивые популяции в бассейне реки Прут, а их появление в бассейне Днестра, вероятно, является вопросом времени. Успеху этих инвазий способствуют особенности, присущие данным видам двустворчатых моллюсков, а именно: большое количество характерных личинок, быстрое достижение репродуктивного возраста, отсутствие или не слишком большое количество врагов.



Рис. 4.3.3 *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897)

(Фотография Мунжиу О.)

распространилась по всему течению реки Днестр от Наславчи до Паланки, а также в Кучурганском водохранилище. В бассейне реки Прут этот вид обычно встречается в водохранилище Костешть-Стынка.

В 2009-2023 гг. численность *D. bugensis* в р. Днестр варьировала в пределах 40-15360 экз./м² с биомассой 0,04-2969 г/м²; в р. Прут – 40-920 экз./м² с биомассой 39,0-140 г/м². В Кучурганском водохранилище численность популяции до-

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

стигала 26880 экз./м² с биомассой 2776,1 г/м². Рассматриваемый вид *D. bugensis* экологически близок к аборигенному виду *Dreissena polymorpha*, включенному в список 100 самых опасных инвазивных видов.

Dreissena polymorpha (Pallas, 1771) – двустворчатый моллюск Понто-каспийского происхождения, встречается в четвертичных отложениях на территории Молдовы (днестровские террасы), Украины, Поволжья и западного Кавказа (Жадин, 1938). *D. polymorpha* – массовый компонент гидрофауны Днестра и Дубоссарского водохранилища (Владимиров, Тодераш, 2001, Toderas et al., 2003) с численностью (1979 г.) 1340 экз./м² и биомассой 672 г/м², что было выше, чем во многих водохранилищах бывшего СССР в тот период (Животный мир Молдавии, 1984). В последующий период (1993-2002 гг.) эти показатели были на уровне 40-160 экз./м² и 86,8-212,8 г/м², соответственно (Toderas et al., 2003). Дрейссена является постоянным компонентом рациона многих видов аборигенных рыб: сазана, карпа, леща, рыбака, усача, серебряного карася, линя, окуня, тарани, бычков (Животный мир Молдавии, 1984). Удельный вес моллюсков в пищевом комке кишечника тарани составляет до 65,2%, карпа – до 16,5% (Владимиров, Тодераш, 2001), линя – до 44,7%, бычков – до 99%. При этом рыбой потребляются моллюски длиной до 15 мм (Животный мир Молдавии, 1984). Личинками дрейссены питаются планктоноядные рыбы, а моллюсками также водные и околоводные птицы.

Строительство водохранилищ, как мощный антропогенный фактор, резко изменил условия среды обитания в пресноводных экосистемах, способствовал расширению ареала *D. polymorpha* и значительному увеличению ее численности. Общим для всех водохранилищ на современном этапе является наличие больших площадей дна с доминированием в биоценозах данных моллюсков (Харченко, 1995). Поскольку во многих случаях дрейссениды являются доминирующими видами и по численности, и по биомассе, они играют большую роль в функционировании пресноводных водоемов. Эти моллюски-биофильтраторы способны удалять из воды от 92% до 100% взвешенных веществ, что оказывает значительное воздействие на формирование качества воды, кормовой базы водоемов и потоков вещества и энергии в водных экосистемах (Алимов, 1981).

Фильтрация воды – это способ питания, дыхания, выделения и размножения двустворчатых моллюсков. С одной стороны, благодаря их фильтрационной деятельности происходит увеличение прозрачности воды, улучшаются условия фотосинтеза для фотосинтезирующих организмов и планктонных фильтраторов (Алимов, 1981). С другой стороны, за счет потребления в процессе фильтрации

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

планктонных водорослей могут снижаться пищевые ресурсы зоопланктона и, как следствие, рыбопродуктивность водоема (Харченко, 1995). Благодаря биоседиментации, минеральные и органические вещества переводятся дрейссеной в донные отложения, что приводит к заилению дна и зарастанию водоемов макрофитами. В значительных количествах дрейссена аккумулирует в своих тканях различные вещества, выводя их из гидрохимического оборота (Zubsov, 1999; Зубкова и др., 2007).

Массовое распространение дрейссены за пределы Понто-каспийского региона (в континентальные водоемы Западной Европы и Северной Америки) связывают с ее переносом водоплавающими птицами, речными раками и особенно с развитием судоходства и гидростроительства (Харченко, 1995). Быстрое распространение дрейссены в речных экосистемах обусловлено возможностью пассивного дрейфа личиночной стадии («пелагического» велигера) и ее способностью прикрепляться к различным твердым поверхностям, включая макрофиты. Негативные последствия в водоемах вызывает обрастание дрейссеной различных гидротехнических сооружений (Sousa et al., 2011). Необходимо упомянуть и необычные поверхности: пластиковые и стеклянные бутылки, всевозможные осколки, а также способность фиксации дрейссены на аборигенных моллюсках, гаммаридах и домиках ручейников (Рис. 4.3.4).

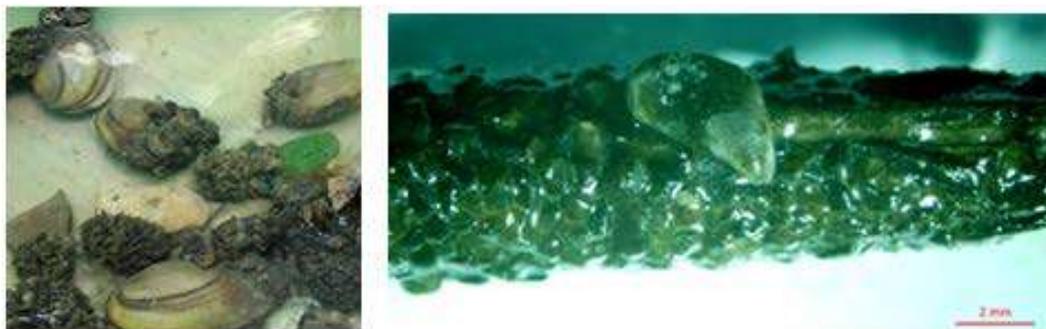


Рис. 4.3.4 Дрейссена на аборигенных моллюсках *Anodonta* и различных субстратах: камнях, пластике и стекле. Прикреплённая с помощью биссусной нити *Dreissena bugensis* на домике живого ручейника *Anabolia furcata* (р. Прут, ст. Браниште, 2015 г.) (Фотография Мунжиу О.)

Вопросы совместного существования аборигенных унионид и дрейссены, и механизмы совместного использования общего ресурса – сестона, мало изучены. Однако даже сами *D. polymorpha* и *D. bugensis*, несмотря на свое сходство, различаются в утилизации сестона (Орлова, 2010). Скорости фильтрации у *D.*

polymorpha и унионид статистически сходны. Однако скорость прохождения пищи по пищеварительному тракту у унионид составляет примерно 24 часа, а у дрейссены – 25-90 мин, что может быть обусловлено различиями в морфологии и длине пищеварительного тракта (Орлова, 2010). Значительная часть водорослей проходит через пищеварительный тракт дрейссены, сохраняя жизнеспособность, а униониды большую часть своего растительного рациона переваривают. Такая специфика потребления сестоноса позволяет дрейссенам сосуществовать совместно с аборигенными двустворчатými моллюсками, используя в том числе и микрозоопланктонную составляющую (Орлова, 2010).

Sinanodonta woodiana (Lea 1834) (**Bivalvia**, **Unionidae**), синонимы *Symphynota woodiana* Lea, 1834, и *Anodonta magnifica* Lea, 1834 – восточноазиатский пресноводный двустворчатый моллюск (Богатов, Саенко, 2002). Вид является крупнейшим представителем семейства Unionidae, в Европе, с размерами раковины до 30 см (Pou-Rovira et al., 2009). Нативный ареал – Восточная Азия, включая бассейны Амура и Янцзы, а также территории Китая, Тайваня, Камбоджи, Таиланда и Японии (Жадин 1952; Затравкин, Богатов 1987; Kraszewski, Zdanowski 2007). *S. woodiana* впервые была описана в провинции Гуанчжоу, в бассейне Жемчужной реки (Bespalaya et al., 2017). Этот моллюск обитает в различных пресных водоемах от медленно текущих участков реки и затонов, до эвтрофных прудов (Жадин, 1952). Экологические условия в различных водоемах оказывают серьезное влияние на форму раковин. Вместе с тем, несмотря на значительные различия в форме раковины, по данным анализа ДНК, в Европе идентифицирован только один гаплотип вида (Guarneri et al., 2014).

S. woodiana обычно становится половозрелой на первом году жизни, когда длина раковины достигает 3-4 см. Моллюск растет быстро и 10 см в длину достигает уже на 2-4 год. Средняя продолжительность жизни 12-14 лет. До 3% особей в популяции – гермафродиты (Dudgeon, Morton, 1983). У самцов зрелые гонады обнаруживаются в течение года, однако самки вступают в репродуктивную стадию только весной.

По мнению исследователей Sárkány-Kiss (1986), Kiss (1995) и Юришинец, Корнюшин (2001), *S. woodiana* была завезена в Европу из Китая во второй половине XX столетия случайно (в стадии глосидий), в результате интродукции растительноядных видов рыб: *Hepophthalmichthys nobilis*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Stenopharyngodon idella* в рыбоводные европейские хозяйства. Первые экземпляры *S. woodiana* в Европе были собраны в 1979 г. в рыбхозах на территории Румынии (Sárkány-Kiss, 1986). Позднее этот вид быстро распространился в европейских водоемах: в Венгрии (Petró, 1984), Франции (Girardi, Ledoux 1989),

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

Чехии (Beran, 1997), Словакии (Košel, 1995), Польше (Böhme, 1998), Австрии (Reischütz, 1998), Италии (Manganelli et al., 1998), Украине (Юришинец, Корнюшин, 2001), Германии (Glöer, Zeittler, 2005), Болгарии (Hubenov, 2006), Сербии (Paunovic et al., 2006), Швеции (Ted von Proschwitz, 2006), Испании (Pou-Rovira et al., 2009), Хорватии (Lajtner, Crnčan, 2011) и в Черногории (Tomović et al., 2013). Этот вид появился и в других частях света, в таких странах как: Индонезия, Доминиканская Республика, Коста-Рика (Watters, 1997), а также в Северной Америке (Vogan et al., 2011).

В Республике Молдова раковины *S. woodiana* были обнаружены впервые в 2003 г. в озере Белеу, а в 2008 г. в этом же озере были отмечены и живые моллюски численностью 0,4 экз./м² и биомассой 54,7 г/м² (Munjiu, Shubernetski, 2008). В 2009 г. численность и биомасса моллюска составила 1,4 экз./м² и 262 г/м², соответственно. В 2010 г. *S. woodiana* появилась в пункте отбора проб Кышлица-Прут, в 2011 г. плотность популяции составила 1 экз./м² с биомассой 36 г/м². В 2020 г. численность *S. woodiana* в Кышлице-Прут резко возросла и достигла 20 экз./м² с биомассой 7800 г/м².

Самая крупная особь на территории Республики Молдова с биомассой 472 г была зарегистрирована в озере Белеу. Там же, в 2011 г. был найден 2-х летний половозрелый моллюск длиной 5,5 см с глохидиями в жабрах, что свидетельствует о высокой скорости созревания, аналогичной скорости созревания в нативном ареале.

Самая крупная раковина *S. woodiana* в наших пробах имела длину 240 мм (Рис. 4.3.5,3). Самый мелкий взрослый экземпляр имел длину раковины 55 мм, самый мелкий ювенильный моллюск имел длину раковины 3,3 мм (Рис. 4.3.5,1).



Рис. 4.3.5: 1 *Sinanodonta woodiana* (Lea 1834) ювенильный моллюск (Леушень, 2017); 2 – макушечная скульптура *S. woodiana*; 3 – самая крупная *S. woodiana* с длиной раковины 240 мм (Фотография Мунжиу О.)

Различные экземпляры *S. woodiana* имеет раковину округлой или удлинённой формы. Однако, несмотря на различную форму и размеры раковины, у всех

экземпляров ясно видна специфическая скульптура макушки (грубые макушечные валики) – главный отличительный признак *S. woodiana* от нативных беззубок (Рис. 4.3.5,2). Молодые экземпляры с хрупкими уплощенными раковинами также имеют характерную скульптуру (Рис. 4.3.5,1).

Были исследованы закономерности морфометрических изменений раковин *S. woodiana* в зависимости от возраста (размера) (Рис. 4.3.6).

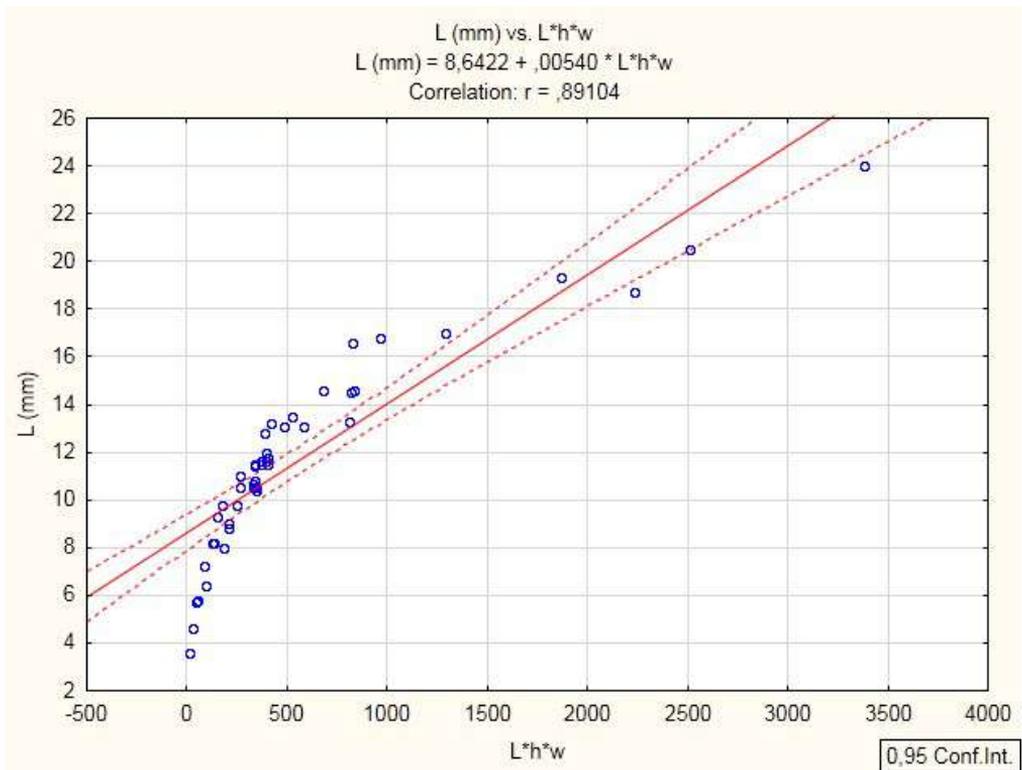


Рис. 4.3.6 Закономерности морфометрических изменений раковин *Sinanodonta woodiana* (Lea 1834): соотношение высоты, длины и ширины к длине раковин ($L*H*W/L$), собранных на разных станциях отбора проб в бассейне реки Прут в 2008–2017 гг. на территории Республики Молдова

Соотношение высоты, длины и ширины к длине раковин ($L*H*W/L$) увеличивалось пропорционально увеличению длины особей до 14 см, после чего наблюдался изометрический рост обоих этих параметров (Рис. 4.3.6 – 4.3.7).

Все моллюски *S. woodiana* были собраны в русле реки, в местах с замедленным течением (0,2-0,7 м/с) или в местах со стоячей водой: в заводях и озерах с заиленным глинистым дном.

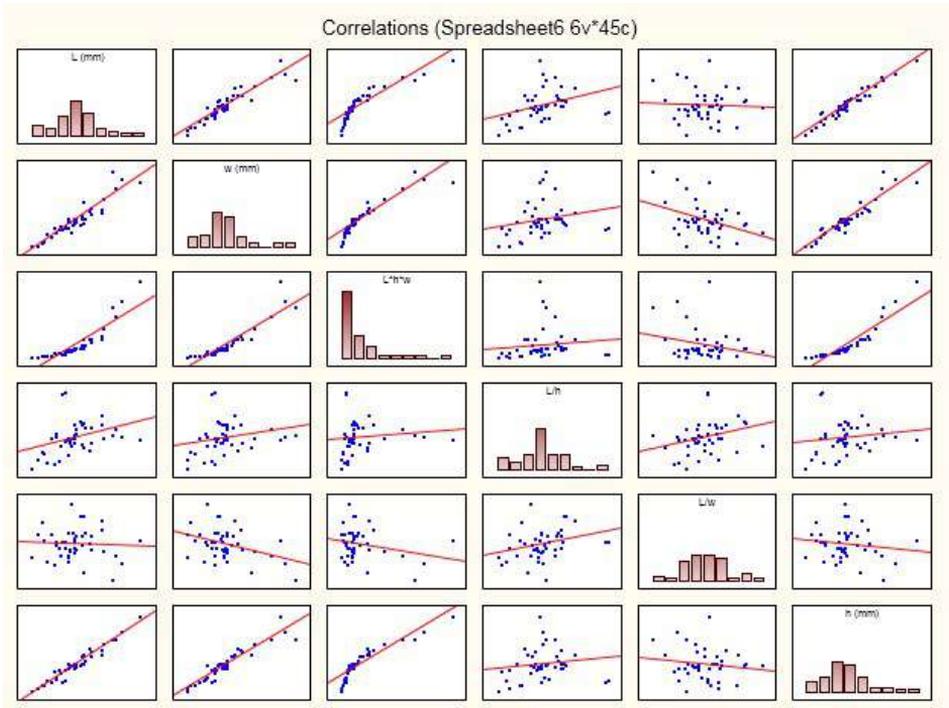


Рис. 4.3.7 Морфометрические размеры раковин и их соотношения (41 особь *Sinanodonta woodiana*), собранных на разных станциях отбора проб в бассейне реки Прут в 2008–2017 гг. на территории Республики Молдова



Рис. 4.3.8 *Sinanodonta woodiana* (Lea 1834) с прикрепленной на ней *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) и *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897. Скулень, 2022 (Фотография Мунжиу О.)

В последние годы вид *S. woodiana* продолжает распространяться вверх по течению реки Прут. В 2011 г. раковины *S. woodiana* длиной 11 см были отмечены на ст. Кагул, в 2016 г. – на ст. Леово, а уже в июле 2022 г. этот моллюск был отмечен на ст. Скулень. (Рис. 4.3.8).

Мигрируя вверх по течению реки Прут с расчетной скоростью 15 км в год (Munjiu et al., 2020), к настоящему времени этот моллюск уже создал устойчивую популяцию в этой водной экосистеме.

Обычно глохидии этого вида переносят рыбы, прежде всего, растительноядные карповые, но в наших исследованиях были зафиксированы и мизиды с живыми прикрепленными глохидиями *S. woodiana* (Рис. 4.3.9), что в ранее опубликованной литературе не отмечалось.



Рис. 4.3.9 Мизида *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882 с прикрепленными глохидиями *Sinanodonta woodiana* (Фотография Мунжиу О.)

Важно отметить высокую способность *S. woodiana* к регенерации. В первую очередь, это относится к повреждениям раковины и жабр. Около 40% популяции *S. woodiana* озера Белеу имеют повреждения раковины. Скорее это всего связано с выпасом крупного рогатого скота, далеко заходящего в мелководное озеро. Например, нами были собраны моллюски, среди которых отмечен экземпляр с полностью поврежденным лигаментом и не способным нормально осуществлять процесс смыкания и размыкания створок. Тем не менее, после 2-дневного содержания в холодильнике при температуре +4°C и отсутствии воды он активно выживал в лабораторном аквариуме с аэрацией в течение двух месяцев. Также были отмечены моллюски с сильно поврежденной, но восстановленной раковиной. При этом вес восстановленной раковины увеличился примерно на 50% (Munjiu et al., 2020). Не обладая такой высокой способностью к регенерации раковины, аборигенные виды двустворчатых моллюсков Республики Молдова при таких повреждениях не выживают.

По сравнению с нативными видами двустворчатых моллюсков, *S. woodiana* обладает рядом конкурентных преимуществ таких, например, как широкая фенотипическая изменчивость, способность к регенерации, раннее созревание, высокая численность и биомасса и, наконец, устойчивость к широкому спектру факторов окружающей среды. Все вышеперечисленное представляет высокий риск в конкурентной борьбе для местных двустворчатых моллюсков.

На основании анализа собственных и литературных данных можем говорить о существовании двух возможных путей непреднамеренной интродукции *S. woodiana* в Республику Молдова. Первый путь это появление в водоемах глохидий в партиях с мальками растительноядных рыб, импортированных непосредственно из Китая в 1961 г. и из бассейна р. Амур в 1972-1974 гг. Около ста тысяч мальков растительноядных рыб выпустили в Днестр и Прут, включая озеро Ман-

та и водохранилище Костешть-Стынка, с целью улучшения рыболовства, повышения продуктивности водоемов и регулирования зарастания водоемов водной растительностью (Лобченко, 1999). Второй возможный путь – это интродукция глохий *S. woodiana* с рыбами-хозяевами из дельты Дуная, с территории Румынии и/или Украины. На это указывают данные о появлении этого инвазивного моллюска в 1998 году в румынской части дельты Дуная (Pora, Pora O., 2006), а затем и в Украине (Юришинец, Корнюшин, 2001).

Известно, что растительноядные рыбы, как возможные хозяева глохий, были завезены из Восточной Азии (Лобченко, 1999) в различные водоемы Республики Молдова. Тем не менее нужно констатировать, что стабильная популяция *S. woodiana* сформировалась только в нижнем участке бассейна реки Прут. Скорее всего это связано с гидрологическим режимом реки Прут, а именно, с подпором воды из Дуная в паводковый период. Помимо этого, дельта Прута характеризуется такими благоприятными гидроморфологическими условиями как наличие мелководных озер с илисто-глинистыми донными отложениями, комфортной для вселенцев температурой воды (до 32°C) и необходимой кормовой базой.

***Corbicula fluminea* (Müller, 1774) (Bivalvia: Veneroida: Sphaeriacea: Corbiculidae)** (Рис. 4.3.10,1) – это пресноводный и солоноватоводный двустворчатый моллюск с желто-зеленой прочной шаровидной раковинной с концентрическими кольцами (Жадин, 1952). Этот инвазивный вид быстро распространяется, заселяет новые ареалы и может наносить вред местным двустворчатым моллюскам, например, *Unio crassus* (Philipsson, 1788) из европейского списка Natura 2000, конкурируя с ними как за питательные ресурсы, так и за субстрат.

Нативный ареал *C. fluminea* – Юго-Восточная Азия, Африка и Австралия (Жадин, 1952). В Северную Америку он был завезен в 1924 г. (Counts, 1981). В Европе о нем впервые сообщили в 1980 году (Mouthon, 1981). В украинском секторе дельты Дуная некоторые экземпляры *Corbicula* spp. были обнаружены в 1995 году и первоначально были идентифицированы как другой вид (Son, 2007b). В румынском секторе дельты Дуная первые живые особи *C. fluminea* были отмечены в 1997 г. (Skolka, Gomoiu, 2001), позднее этот моллюск был обнаружен и выше по течению Дуная.

В 2010 г., впервые на территории Республики Молдова, в русле реки Прут у села Кышлица-Прут было обнаружено более сотни живых особей. Численность моллюска на тот момент составила 200 экз./м² с биомассой 1,12 г/м². Здесь же, но уже в 2011 г. с помощью драги было собрано еще 25 живых моллюсков.

Corbicula fluminea включена в список самых опасных инвазивных видов в Европе «100 of the Worst Invasive Species of Europe. Delivering Alien Invasive Spe-

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

cies Inventories for Europe (DAISIE)» В Молдове *C. fluminea* регулярно встречается в реке Прут на участке от с. Джурджулешть до г. Леушены (2022 г.). В 2013 г. в бассейне р. Прут было зафиксировано появление морфологически близкого вида *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774) (Рис. 4.3.10,2).

Успешной инвазии корбикул в новые водоемы способствуют такие факторы как наличие свободноплавающей личинки и репродуктивная стратегия, заключающаяся в том, что это - вид андрогенных клонов (Komaru, Konishi, 1999). При инвазии в новые экосистемы эта особенность имеет большие преимущества, по сравнению с рекомбинантными видами, поскольку достаточно одной хорошо адаптированной особи, чтобы появилась устойчивая популяция (Гребельный, 2008). Тот факт, что *C. fluminea* является диплоидным и триплоидным гермафродитным андрогенным моллюском (Komaru, Konishi 1999), создает проблемы как с таксономией, так и с диагностикой этого вида. Вместе с тем необходимо признать, что именно такая репродуктивная стратегия помогает популяциям стать высоко инвазивными, несмотря на низкое генетическое разнообразие (Gomes et al., 2016).

Появление устойчивого клона обеспечивает *C. fluminea* способность за короткое время образовывать большие популяции даже в не очень благоприятной среде обитания. Особи *Corbicula* ssp. способны к переходу от раздельнополости к гермафродитизму, что может сопровождаться самооплодотворением и сменой личиночного развития на живорождение. В таких случаях одна особь (родоначальница клональной линии) может дать начало целой популяции. Живородящие андрогенетические линии корбикулид возникали неоднократно и в исторической, и в приобретенной части ареала (Lee et al., 2005). Shannon et al. (2008) не исключают и гибридизации андрогенетических линий корбикул между собой и с обычными раздельнополыми популяциями. Подобную склонность к геномным перестройкам можно рассматривать как преадаптацию видов к освоению разнотипных континентальных водоемов. (Орлова, 2010)

На территории Республики Молдова формирование стабильной популяции, вероятно, связано с неоднократной инвазией свободно плавающих личинок *C. fluminea*. Присутствие корбикул в румынском и украинском участках Дуная, как и в случае с *S. woodiana* может указывать на возможный путь проникновения этого вида в реку Прут, как при подпоре вод Дуная в паводковый период, так и благодаря судоходству.

Водные экосистемы Республики Молдова относятся и к устьевым участкам Понто-каспийского региона, дающим большое количество эмигрантов и экологически близких (криптических) видов. Криптические виды, морфологически сходные с некоторыми аборигенными видами, часто не выявляются в процессе исследований.

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

Например, североамериканский инвазивный вид брюхоногого моллюска *Ferrissia californica* (Rowell, 1863) (Mollusca, Gastropoda) с размером раковины 3-5 мм (Рис. 4.3.10,3) очень похож на аборигенный вид *Acroloxus lacustris* (Рис. 4.3.10,4).

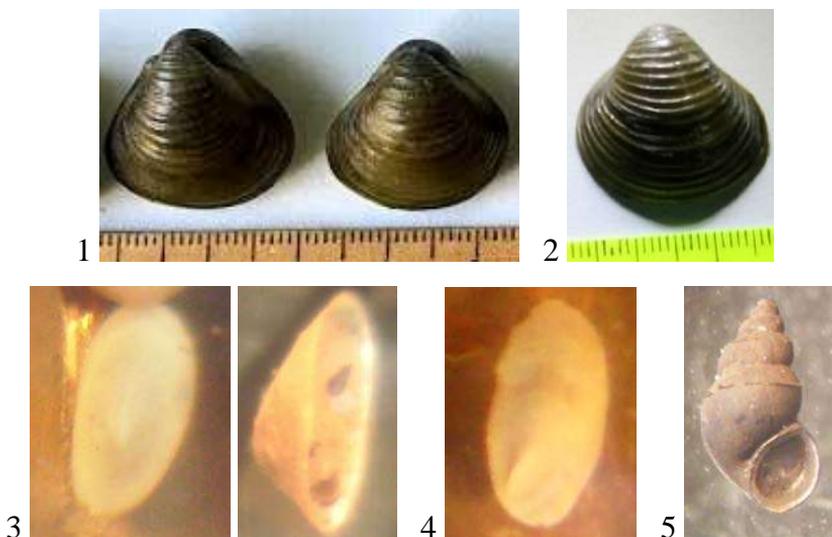


Рис. 4.3.10: 1 – *Corbicula fluminea* (Müller 1774), 2 – *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774), 3 – *Ferrissia californica* (Rowell, 1863), 4 – *Acroloxus lacustris* (Linnaeus, 1758), 5 – *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843)
(Фотографии Мунжиу О.)

Ferrissia californica (Rowell, 1863) синоним *Ferrissia fragilis* Tryon, 1863 (Рис. 4.3.10,3) впервые был отмечен в 2007 г. (Son, 2007 b) на нижнем участке реки Днестр. В 2010 г. моллюск присутствовал в наших пробах из Кучурганского водохранилища, а в 2011 г. был обнаружен в русле р. Прут на ст. Кышлица-Прут. Самая высокая численность 1280 экз./м² была зафиксирована весной 2011 г. в русле Днестра на ст. Паланка. В настоящее время *F. californica* распространилась вплоть до ст. Ержово в Дубоссарском водохранилище, а в бассейне р. Прут зарегистрирована на ст. Скулень и в озере Белеу (2014 г.).

Potamopyrgus antipodarum (Gray, 1843), *Hydrobia jenkinsi* (Smith, 1884), *Paludetrina jenkinsi* (Smith, 1889) = *P. jenkinsi* Smith, 1889, (Mollusca: Gastropoda) – брюхоногий пресноводный моллюск с размером раковины до 5 мм (Рис. 4.3.10,5). Нативный ареал – Австралия. Обитает на каменистых и растительных субстратах, преимущественно в прибрежной зоне. В водных экосистемах Республики Молдова как *P. antipodarum* впервые отмечен в 2007 г. (Son, 2007a). Однако, как *H. jenkinsi* упоминается для европейской части еще в 1952 (Жадин,

1952). Осенью 2012 г. был обнаружен на среднем участке Кучурганского водохранилища. Численность популяции составила 1280 экз./м², биомасса – 0,64 г/м².

Branchiura sowerbyi Beddard, 1892 (**Oligochaeta**) – крупная субтропическая, пресноводная олигохета с жабрами в хвостовой части тела, может достигать длины 100-150 мм. Впервые была зарегистрирована в Лондоне (Великобритания) в садах Королевского ботанического общества (Beddard, 1892). Для фауны Республики Молдова *B. sowerbyi* впервые была отмечена в 1989 г. (Владимиров, 1989). В настоящее время встречается в пробах из различных станций на реках Днестр и Прут в соотношении примерно 1% от общей численности и 5% - 95% от общей биомассы олигохет. Как *B. sowerbyi*, так и *F. fragilis* являются видами, не представляющими пока угрозы для гидробиоценозов рек Днестр и Прут.

Paramysis (Serrapalpis) lacustris (Czerniavsky, 1882), *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841) – Понто-каспийские виды ракообразных, интродуцированные в другие водоемы Республики Молдова из Кучурганского водохранилища (бывшего Кучурганского лимана). Являются наиболее распространенными видами мизид и амфипод. В 2011 г. численность мизид колебалась в пределах 1 – 336 экз./м², с биомассой 0,08 – 0,908 г/м², а в 2022 была отмечена максимальная численность 13 184 экз./м² с биомассой 18,43 г/м², а численность амфипод *D. haemobaphes* достигала 2240 экз./м² с биомассой до 44,8 г/м².

Все инвазивные макробентосные виды были включены в глобальную систему GRIIS «Глобальный регистр интродуцированных и инвазивных видов – Молдова» (Global Register of Introduced and Invasive Species – Moldova) (Nisteanu et al., 2020). Глобальный реестр интродуцированных и инвазивных видов (GRIIS) представляет собой утвержденные и проверенные национальные списки интродуцированных (чужеродных) и инвазивных экзотических видов. Всего в него включены данные из 196 стран мира (<https://griis.org/>).

Водные бассейны Северного Причерноморья являются ключевыми территориями в процессе формирования биоинвазий на глобальном уровне. Например, двустворчатый моллюск (аборигенный на территории Республики Молдова) *Dreissena polymorpha* был включен в "100 Worst Invasive Alien Species in the World" (100 наихудших инвазивных чужеродных видов в мире). Другой двустворчатый моллюск – *Corbicula fluminea* и гаммарус *Dikerogammarus vilosus* были включены в европейский список 250 инвазивных видов «Delivering Alien Invasive Species In Europe (DAISIE) – 250 checklists».

Водные экосистемы нижних участков рек Днестр, Прут и малые реки бассейна Дуная на территории Республики Молдова относятся к так называемому «Южному коридору инвазионных видов» и именно в этих экосистемах риск ин-

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА И ПРУТА

вазий чужеродных видов гидробионтов наиболее высок. Этот риск значительно возрос после строительства на территории Республики Молдова и ввода в эксплуатацию в 2006 г. Международного Порта Джурджулешть.

В связи с важностью проблемы биологических инвазий, на основании анализа результатов проведенных исследований и опубликованных данных был составлен **Список чужеродных (инвазивных) видов донных макробеспозвоночных Республики Молдова** с территориальными и временными категориями (Табл. 4.3.1). Таблица построена по аналогии с «Alien species in the fauna of Poland» (Głowaciński et al., 2011) на основании данных, опубликованных в следующих работах: Владимиров, 1989; Munjiu, Shubernetsky, 2010; Toderaş et al., 2006; Munjiu, Shubernetsky, 2008; Son, 2007 a; Son, 2007 b; Дедю, 1980; Ярошенко и др., 1965; Ярошенко, 1957; Владимиров и др., 1989; Филипенко, Мустя, 2016.

Таблица 4.3.1 Чужеродные (инвазивные) виды донных макробеспозвоночных Республики Молдова

^[1] (Владимиров, 1989), ^[2] (Munjiu, Shubernetsky, 2010), ^[3] ^[4] (Toderaş et al., 2006), ^[5] (Munjiu, Shubernetsky, 2008), ^[6] (Son, 2007b), ^[7] (Son, 2007a), ^[8-11] (Дедю, 1980), ^[12, 14, 19-22] (Ярошенко и др., 1965), ^[13, 17, 18] (Ярошенко, 1957), ^[15] (Владимиров и др., 1989), ^[16] (Филипенко, Мустя, 2016).

* Территориальные категории: Т – трансокеаническая интродукция/инвазия, С – континентальная интродукция/ инвазия, R – региональная интродукция/инвазия.

** Временные категории: А – до 1800 г., Н – историческая интродукция, после 1800 г., L – последние 35 лет

Таксон	Пути интродукции (инвазии)*	Естественный ареал	Время интродукции (инвазии)**	Дата обнаружения (публикация)
Annelida: OLIGOCHAETA: Tubificidae				
<i>Branchiura sowerbyi</i> (Beddard, 1892)	С	Юго-Восточная Азия	L	1989 ^[1]
Mollusca: BIVALVIA: Corbiculidae				
<i>Corbicula fluminea</i> (Müller, 1774)	Т	Юго-Восточная Азия, Африка, Австралия	L	2010 ^[2]
Mollusca: BIVALVIA: Corbiculidae				
<i>Corbicula fluminalis</i> (Müller, 1774)	Т	Юго-Восточная Азия, Африка, Австралия	L	2013

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

Таксон	Пути ин- тродукции (инвазии)*	Естественный ареал	Время ин- тродукции (инвазии)**	Дата обна- ружения (публика- ция)
Mollusca, BIVALVIA: Dreissenidae				
<i>Dreissena bugensis</i> (Andrusov, 1897) = <i>D. grimmi</i> Andrusov, 1890	R	Понто-Каспий, дельта Днестра и Буга	L	2006 [3]
Mollusca, BIVALVIA: Dreissenidae				
<i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas, 1771) **	R	Понто-Каспий	A	до 1800 [4]
Mollusca: BIVALVIA Unionidae				
<i>Sinanodonta woodiana</i> (Lea, 1834)	C	Дальний Восток (Россия, Китай, Корея)	L	2008 [5]
Mollusca: GASTROPODA: Ancyliidae				
<i>Ferrissia fragilis</i> (Tryon, 1863) = <i>Ferrissia californica</i> (Rowell, 1863)	T	Северная Америка	L	2007 [6]
Mollusca: GASTROPODA: Hydrobiidae				
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Gray, 1843) = <i>Hydrobia</i> <i>jenkinsi</i> (Smith, 1884)	T	Новая Зеландия, Австралия	L	2007 [7]
Crustacea: AMPHIPODA: Corophiidae				
<i>Corophium curvispinum</i> (Sars, 1895)*	R	Понто-Каспий	H A	1980 [8]
Crustacea: AMPHIPODA: Corophiidae				
<i>Corophium maeoticum</i> (Sowinsky, 1898)*	R	Понто-Каспий	H A	1969 [9]
Crustacea: AMPHIPODA: Gammaridae				
<i>Gmelina pusilla</i> (Sars, 1863)*	R	Понто-Каспий	H A	1969 [10]
Crustacea: AMPHIPODA: Gammaridae				
* <i>Gmelina costata</i> G.O. Sars, 1894	R	Понто-Каспий	H A	1980 [11]

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

Таксон	Пути ин- тродукции (инвазии)*	Естественный ареал	Время ин- тродукции (инвазии)**		Дата обна- ружения (публика- ция)
Crustacea: AMPHIPODA: Gammaridae					
<i>Dikergammarus haemobaphes</i> (Eichwald, 1841)*	R	Понто-Каспий	Н	А	1962 [12]
Crustacea: AMPHIPODA: Gammaridae					
<i>Dikergammarus villosus</i> (Sowinsky, 1894)*	R	Понто-Каспий	Н	А	а 1955 [13]
Crustacea: AMPHIPODA: Gammaridae					
<i>Pontogammarus robustoides</i> (Sars, 1894)*	R	Понто-Каспий	Н	А	1962 [14]
Crustacea: CUMACEA					
<i>Pterocuma pectinata</i> (Sowinsky, 1893)*	R	Понто-Каспий	Н	А	а 1955 [17]
Crustacea: CUMACEA					
<i>Pseudocuma (Stenocuma)</i> <i>cercaroides</i> G.O. Sars, 1894* G.O. Sars, 1894*	R	Понто-Каспий	Н	А	а 1955 [18]
Crustacea: CUMACEA					
<i>Caspiocuma campylaspoides</i> (G.O. Sars, 1897)*	R	Понто-Каспий	Н	А	1955 [19]
Crustacea: MYSIDA					
<i>Paramysis (Serrapalpis)</i> <i>lacustris</i> (Czerniavsky, 1882)*	R	Понто-Каспий	Н	А	1955 [20]
Crustacea: MYSIDA					
<i>Limnomysis benedeni</i> Czerniavsky, 1882*	R	Понто-Каспий	Н	А	1955 [21]
Crustacea: MYSIDA					
<i>Katamysis warpachowskyi</i> G.O. Sars, 1893*	R	Понто-Каспий	Н	А	1955 [22]

ГЛАВА IV. СОСТОЯНИЕ МАКРОБЕНТОСА БАССЕЙНОВ РЕК ДНЕСТРА
И ПРУТА

Таксон	Пути интродукции (инвазии)*	Естественный ареал	Время интродукции (инвазии)**	Дата обнаружения (публикация)
Crustacea: DECAPODA: Palaemonoidea				
<i>Macrobrachium nipponense</i> (de Haan, 1849)	С	Япония, Китай	L	1989 [15]
Crustacea: DECAPODA: Panopeidae				
<i>Rhithropanopeus harrisii</i> (Gould, 1841)	Т	Северная Америка	L	2016 [16]

Виды *Corophium curvispinum* (Sars, 1895), *Corophium maeoticum* (Sowinsky, 1898), *Gmelina* (= *Yogmelina*) *pusilla* (Sars, 1863), *Gmelina costata* (Sars, 1863), *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), *Pontogammarus robustoides* (Sars, 1894), *Pterocuma pectinata* (Sowinsky, 1893), *Stenocuma cercaroides* (Sars, 1894), *Caspiocuma campylaspoides* (Sars, 1897), *Paramysis* (*Serrapalpis*) *lacustris* (Czerniavsky, 1882), *Limnomysis benedeni* Czerniavsky, 1882, *Katamysis warpachowskyi* Sars, 1893 включены в список на основании данных об их интродукции в различные водоемы Республики Молдова с целью улучшения кормовой базы и рыбопродуктивности водоемов.

В нижнем течении рек Днестр и Прут виды, отмеченные *, являются аборигенными, а в верхнем и среднем течении этих рек «каспийские» виды появились в результате миграции или интродукции. Согласно определению (Алимов, Богущкая, 2004), к биологическим инвазиям относятся все случаи распространения организмов, вызванные деятельностью человека (интродукция), а также миграции видов за пределы их обычного ареала, (естественное увеличение ареала).

*D. polymorpha*** является автохтонным видом на территории Республики Молдова, однако она была включена в этот список поскольку строительство водохранилищ способствовало резкому расширению ареала *D. polymorpha* и значительному увеличению ее численности и в Молдове, и далеко за ее пределами, включая континентальные водоемы Западной Европы и Северной Америки.

В заключении необходимо констатировать, что серьезную опасность для водных экосистем Республики Молдова представляют следующие инвазивные виды: *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Dreissena rostriformis bugensis* Andrusov, 1897, *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849 [in De Haan, 1833-1850]), *Rhithropanopeus harrisitridentata* (Maitland, 1874).

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

5.1 Экологические особенности и влияние факторов окружающей среды на основные группы зообентоса

Основными факторами, влияющими на зообентосные сообщества, являются: объем и скорость течения воды, зимний и летний сток реки, летние и зимние температуры, содержание кислорода, количество взвешенных веществ, субстраты и некоторые другие важные показатели, определяющие условия жизни речных экосистем (Романенко, 2004).

Экологические условия каждого речного бассейна индивидуальны, так же, как и видовой состав гидробионтов, населяющих эти экосистемы. Проблема сохранения их видового разнообразия связана с усилением антропогенного воздействия и изменением условий их обитания. Антропогенное воздействие на водные экосистемы Днестра и Прута – это практически неустранимый фактор, поскольку бассейны этих рек являются наиболее густонаселенной территорией Республики Молдова с наибольшим уровнем использования экосистемных услуг как малых рек, так и основных водотоков, в том числе, как источников пресной воды.

Реки Днестр и Прут в своем верхнем и отчасти среднем течении являются горными реками. Зарегулирование рек плотинами и создание водохранилищ полностью изменило естественный гидрологический режим этих рек ниже плотин. В последние десятилетия неконтролируемая эксплуатация экосистемных услуг и регулирование стока становятся одними из главных причин маловодности средних и нижних участков Днестра и Прута, которая усугубляется климатическими изменениями. Суммарным следствием этих воздействий являются гидрологические засухи, которые стали обычным явлением для основных водных артерий Республики Молдова не только летом, но уже и весной в 2016 (<http://www.mediu.gov.md/index.php/serviciul-de-presa/noutati/2431-ministrul-mediului-valeriu-munteanu-despre-seceta-hidrologica-fara-panica-va-rog>).

Глобальные изменения климата, например, потепление приводит к увеличению частоты и интенсивности наводнений и засух, изменению стока рек. Растет вероятность сильных осадков в течение дня, а также увеличивается количество таких дней. В соответствии с многолетними прогнозами, несмотря на более высокую частоту экстремальных дождей по сравнению со средним показателем (Тромбицкий, Коробов, 2011), в целом в Европе ожидается общее

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

сокращение летних осадков, но с более высокой частотой экстремальных дождей. Интенсивные осадки будут прерываться более длительными периодами засухи (Андреев, 2011; Тромбицкий, Коробов, 2011).

Подобные тенденции, согласно некоторым исследованиям, сохранятся и в будущем, так как потепление климата увеличивает риск как наводнений, так и засух. В Республике Молдова, например, сильные наводнения случались раз в 15 лет (1941, 1955, 1969, 1974 и 1980 гг.), а начиная с 2006 г. они наблюдались с двухлетним диапазоном: 2006, 2008 и 2010 гг. (Raport național, 2010). В 2010 году, наряду с аномально высокими температурами, в Республике Молдова были отмечены и ливневые дожди, и наводнения. В июне 2010 было зафиксировано самое большое количество осадков за последние 124 года, а в 2007 г. были зафиксированы не только высокие температуры, но и катастрофически низкое (35-80% среднегодовой нормы) количество осадков (Николаева, 2011; Raport național, 2010)

Следует отметить, что для реки Днестр резкое изменение уровня воды характерно не только для ст. Наславча, расположенной непосредственно под плотиной Днестровской ГЭС-2, но и для станций, расположенных ниже по течению, например, ст. Вэлчинец (Рис. 5.1.1).



Рис. 5.1.1 Река Днестр: зимняя межень (05.02.2021) и летнее половодье (10.07.2023) на станции Вэлчинец

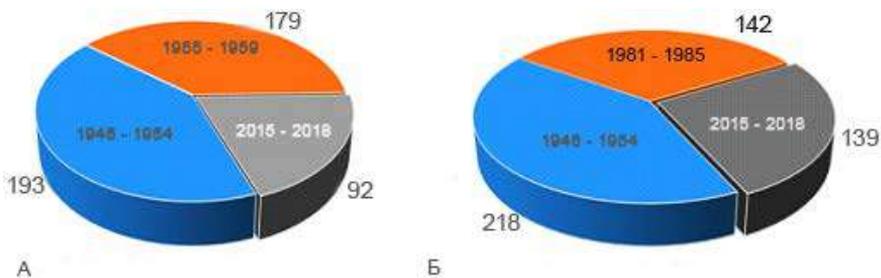
В таких условиях изучение состояния популяций гидробионтов становится особенно актуальным, поскольку позволяет оценить кумулятивный эффект воздействия на водные экосистемы антропогенных и климатических факторов, а в перспективе предложить меры по их сохранению и восстановлению. Макробентосные сообщества являются одним из важнейших компонентов гидробиоценозов, объективная оценка состояния которого служит важным показателем качества водной среды в различных типах водоемов.

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Сравнение современных и исторических данных о донных сообществах позволяет выявить закономерности формирования макробентоса в экосистемах, подвергшихся антропогенным изменениям. Результаты собственных исследований и литературный обзор данных послужили базой для ретроспективного анализа структурно-функциональных характеристик макрозообентоса рек Днестр и Прут по таким параметрам, как видовой состав, численность и биомасса.

На основании полученных данных, были зафиксированы следующие наиболее существенные изменения в структуре донной фауны исследованных речных экосистем Республики Молдова.

В период с 1946 г. до 1954 г. на участке реки Днестр, расположенном непосредственно выше Дубоссарского водохранилища, вблизи города Каменка, было идентифицировано 193 таксона макробентоса, а в период 2015-2018 гг. – 92 таксона, то есть произошло сокращение биоразнообразия более чем в 2 раза (Рис. 5.1.2, А). Причиной таких изменений, на наш взгляд, является существенное изменение структуры биотопов. Если для периода 1946–1954 гг. характерными особенностями данного участка реки было быстрое течение и наличие гравийных и каменисто-песчаных субстратов, то в настоящее время почти повсеместно отмечается замедленное течение, заиление дна, заросли макрофитов и нитчатых водорослей. Негативное влияние на состояние бентосных биотопов оказывают и работы по добыче гравийно-песчаной смеси.



**Рис. 5.1.2 Количество таксонов макробентоса реки Днестр:
А – на среднем участке (Каменка), Б – на нижнем участке**

Аналогичная ситуация характерна и для нижнего участка Днестра. Если в 1946-1957 гг. здесь было зарегистрировано 218 таксонов макробеспозвоночных, то уже в 1981-1985 гг. – 142, а в 2015-2018 гг. на участке реки от Вадул луй Водэ до Паланки – всего 139 таксонов (Рис. 5.1.2, Б). Таким образом, разнообразие бентосных сообществ на нижнем участке Днестра в сравниваемые периоды сократилось в 1,5 раза. Здесь необходимо отметить, что до 1989 г. таксономическое разнообразие бентоса включало и данные отбора проб у села Маяки (Украина),

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

что вносило определенный вклад в количественные и качественные показатели, в первую очередь, из-за большего разнообразия характерных для данного региона Понто-каспийских видов, включая и *Paramysis (Paramysis) kessleri sarsi* (Derzhavin, 1925), и *Paramysis (Paramysis) bakuensis* Sars, 1895 (Владимиров, Тодераш, 1990). Нынешняя точка отбора проб, расположенная на 55 км реки у села Паланка, находится выше на 10 км по течению реки от ст. Маяки и отличается по составу водной растительности и характеру донных отложений.

Сравнивая показатели таксономического разнообразия, численности и биомассы макробентоса в 2015-2019 гг. и 1946-1959 гг., на ст. Каменка, расположенной выше Дубоссарского водохранилища, и в самом водохранилище, можно отметить существенные различия в структурных характеристиках макробентоса (Табл.5.1.1).

Таблица 5.1.1 Ретроспектива функциональных характеристик зообентоса реки Днестр и Дубоссарского водохранилища

Функциональные характеристики	Каменка			Дубоссарское водохранилище		
	1946-1954*	1955-1959**	2015-2019	1946-1954*	1955-1959**	2015-2019
Количество таксонов	193	179	123	–	179	200
Численность, экз./м ²	1302	1534	10424	1775	9770 1153* 24640**	10992
Биомасса, г/м ²	10	–	297	2,9	40 7,8* 52**	433

* (Ярошенко, 1957); ** (Бызгу и др., 1964)

Из приведенных в таблице данных следует, что выше водохранилища, на станции Каменка, средняя численность общего зообентоса за период 2015-2019 гг. увеличилась в 8 раз по сравнению с периодом до создания Дубоссарского водохранилища (1946-1954 гг.) и составила 10424 экз./м². Биомасса увеличилась в 30 раз за счет увеличения доли моллюсков. В самом водохранилище численность общего макрозообентоса увеличилась в 6 раз, что примерно соответствует периоду первых лет его эксплуатации (1955-1959). Почти в 150 раз, по сравнению с 1946–1954 гг. и в 10 раз по сравнению с 1955-1959 гг., увеличилась и биомасса, составив 433 г/м², из которых 90 % приходится на моллюсков. Согласно прогнозам вклад моллюсков и должен был возрастать (Бызгу и др., 1964)

Дубоссарское водохранилище является наиболее изученным водоемом в Республике Молдова. После его создания в 1954 году, только за период с 1955 по

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

1959 год было собрано и обработано 1800 проб макробеспозвоночных. Как было отмечено выше (Бызгу и др., 1964), водохранилище относится к типичному проточно-русловому типу, а на его верхнем участке (пункт отбора проб Каменка) сохраняется речной гидрологический режим

Снижение биоразнообразия зообентоса не стало тенденцией, и хотя уже через год после строительства плотины, в 1955 г., было обнаружено всего 75 таксонов макробентоса, в 1958 г. их количество возросло до 119 таксонов (Бызгу и др., 1964). Тем не менее, количество видов бентосных беспозвоночных за этот период, в целом, сократилось более чем на 60%. Впоследствии, в Дубоссарское водохранилище из Кучурганского лимана для поддержания рыбопродуктивности водоема были завезены некоторые Понто-каспийские ракообразные.

Строительство Дубоссарского водохранилища привело к значительному увеличению кормовой биомассы донных беспозвоночных. В 1959 г. биомасса достигла 943 кг/га, что в 12 раз больше, чем до строительства водохранилища, тогда как в 1955 г. она составляла всего 78 кг/га (Бызгу и др., 1964). Значительный вклад в этот рост внесли моллюски и ракообразные. По научным прогнозам, в будущем вклад моллюсков и ракообразных будет продолжать расти. В первые годы после заполнения в Дубоссарском водохранилище преобладали мезосапробные условия (Бызгу и др., 1964), однако после строительства плотины реофильная фауна сохранилась лишь частично в верхней части водохранилища.

Влияние антропогенных факторов на сообщества макробентосных беспозвоночных было исследовано и на нижнем участке Днестра. Разнообразие и функциональное значение бентоса в экосистеме нижнего Днестра подробно изучалось в 1981-1985 гг. Было отмечено, что если до строительства Дубоссарской ГЭС на этом участке реки было обнаружено 218 таксонов макробеспозвоночных, то после строительства плотины таксономическое разнообразие снизилось на 76 видов и составило 142 таксона, что свидетельствовало о существенных изменениях в структуре донных сообществ (Владимиров, Годераш, 1990).

На основании данных, полученных в результате исследований и ретроспективного анализа, можно сделать несколько важных выводов о влиянии антропогенных факторов на сообщества макробеспозвоночных в реке Днестр.

I. Исчезновение (вымирание) видов и целых таксонов, чувствительных к загрязнению или общей деградации водных экосистем, например: *Theodoxus transversalis* Pfeiffer, 1828 (Gastropoda); *Oligoneuriella rheana* Imhoff, 1852 (Ephemeroptera); *Ecdyonurus* sp., *Behningia lestagei* Motas & Vacesco, 1937 (Ephemeroptera). Последний пример – это эндемик реки Днестр. А также практически полное исчезновение и встречаемость только в верхней части Дубоссар-

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

ского водохранилища и некоторых участках на реке Прут редкого двустворчатого моллюска *Unio crassus* (Philipsson, 1788).

II. Интродукция чужеродных видов. Создание искусственных экосистем, таких как водохранилища, способствовало интродукции и быстрому распространению ряда чужеродных видов (Алимов, Богуцкая, 2004). В бассейне Днестра в этот комплекс входят *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892 (Oligochaeta); *Dreissena bugensis* Andrusov, 1897 (Bivalvia); *Ferrissia fragilis* Tryon, 1863 (Gastropoda); *Macrobrachium nipponense* De Haan, 1849 (Crustacea).

III. Индикаторы антропогенного воздействия. Индикаторами антропогенного воздействия на сообщества макробеспозвоночных реки Днестр могут служить такие параметры как: общее количество видов, наличие редких видов и групп, наиболее чувствительных к негативным изменениям окружающей среды: поденок (Ephemeroptera), веснянок (Plecoptera) и ручейников (Trichoptera). Наименьшее количество, либо полное отсутствие, представителей этих групп зафиксировано на станциях Наславча и Сороки.

5.2 Численность, биомасса и продуктивность основных групп зообентоса

Река Днестр

Пространственная динамика численности зообентоса реки Днестр за период 2015-2018 гг. представлена на Рис. 5.2.1.

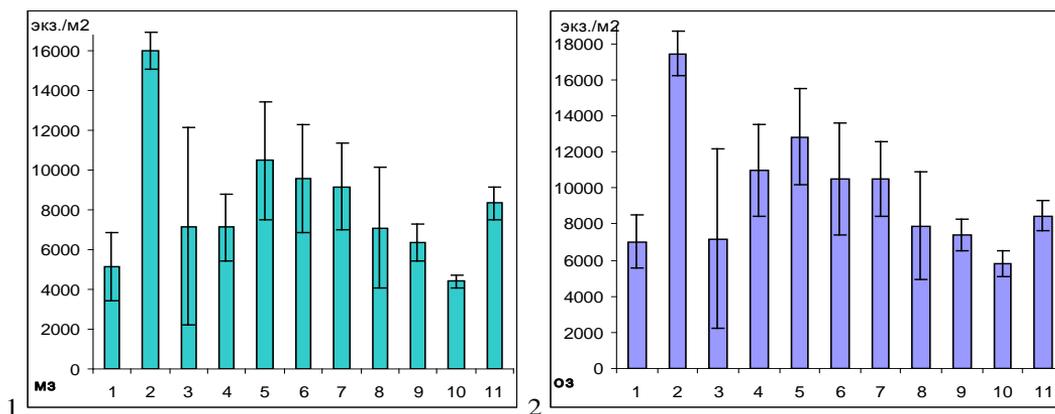


Рис. 5.2.1 Среднеголетняя динамика численности (экз./м²) мягкого (1) и общего (2) зообентоса реки Днестр со стандартной ошибкой среднего $\pm SE$ за период 2015-2018 гг.: 1-Наславча, 2-Вэлчинец, 3-Сороки, 4-Каменка, 5-Ержово, 6-Гояны, 7-Кочиеры, 8-Вадул луй Водэ, 9-Варница, 10-Сукляя, 11-Паланка

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Графический анализ данных показывает, что в большинстве точек отбора проб численность общего зообентоса хорошо коррелирует с численностью мягкого зообентоса. Минимальные значения численности мягкого зообентоса были зарегистрированы на станциях Наславча и Сукля и варьировали в диапазоне 5153-6357 экз./м². Максимальные значения - 16015 экз./м² - были получены на ст. Вэлчинец.

Пространственная динамика значений биомассы очень специфична для мягкого и общего зообентоса (в отличие от численности, где эти показатели хорошо коррелируют), что обусловлено спецификой структуры бентосных сообществ на разных участках реки Днестр. Минимальные значения биомассы мягкого зообентоса варьировали в диапазоне 5,31-6,79 г/м² и были зафиксированы на станциях Сукля и Варница, максимальное – 66,45 экз./м² – на ст. Ержово в Дубоссарском водохранилище (Рис. 5.2.2). Минимальное значение биомассы общего зообентоса было зарегистрировано на ст. Сорока и составило 10 г/м². Максимальное значение биомассы общего зообентоса на станции Сукля, 1156 г/м², было обеспечено присутствием в пробе брюхоногих моллюсков: *Viviparus viviparus*, *V. contectus* и *Lithoglyphus naticoides*.

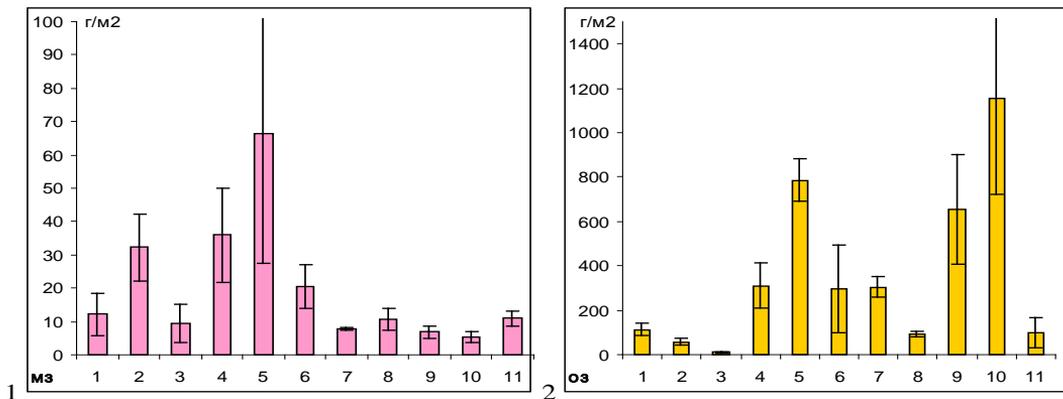


Рис. 5.2.2 Среднеголетняя динамика биомассы (г/м²) мягкого (1) и общего зообентоса (2) реки Днестр со стандартной ошибкой среднего \pm SE за период 2015-2018 гг. (пункты отбора те же, что на Рис. 5.2.1)

Было установлено (Todeaș et al., 2006), что в естественных водных экосистемах юга Европы биомасса мягкого зообентоса, необходимая для питания ценных видов рыб бентофагов, должна составлять 4-5 г/м². Следовательно, кроме верхнего и среднего участка Дубоссарского водохранилища (станции Каменка, Ержово, Гояны) и ст. Вэлчинец, биомасса мягкого зообентоса в реке

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Днестр находится либо на нижней границе требуемой нормы, либо немного ее превышает.

Дифференцированный анализ сезонной динамики биомассы мягкого и общего зообентоса реки Днестр отражает специфику жизненных циклов этих групп гидробионтов, с одной стороны, и экологическое состояние водоема – с другой. Как следует из графического анализа (Рис. 5.2.3), среднегодовой максимум мягкого зообентоса на станции Ержово был обеспечен весенними показателями биомассы макробентоса. А максимумы общего зообентоса на станциях Варница и Сукляя были обеспечен практически в равной мере весенним и летними показателями биомассы бентосных сообществ на этом участке Днестра.

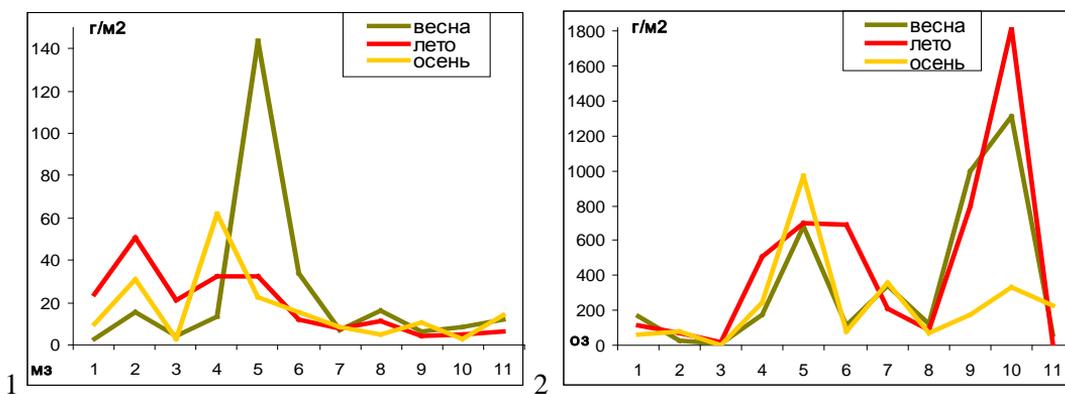


Рис. 5.2.3 Сезонная динамика биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) мягкого (1) и общего (2) зообентоса р. Днестр за период 2015-2018 гг. (пункты отбора те же, что на Рис. 5.2.1)

Биомасса зообентоса является одним из ключевых параметров, определяющих биопродуктивность водоемов. Продуктивность сообществ донных беспозвоночных определяется, прежде всего, таксономической структурой сообщества, которая, в свою очередь, зависит от многих факторов, в т.ч. температуры воды, гидрологического режима водоема, наличия субстратов, но, прежде всего, от биомассы гидробионтов.

На основании данных о биомассе донных беспозвоночных за 2017 г., была рассчитана суточная продукция зообентоса реки Днестр за вегетационный период (210 дней). Её величина варьировала от $0,002 \text{ г}/\text{м}^2$ на станции Наславча до $3,187 \text{ г}/\text{м}^2$ на станции Кочиеры. Расчетная потенциальная продукция общего зообентоса в целом за вегетационный период 2017 года варьировала от $67 \text{ г}/\text{м}^2$ (ст. Варница) и $81 \text{ г}/\text{м}^2$ (ст. Сороки) до $4101 \text{ г}/\text{м}^2$ (ст. Сукляя), из которых 98,7%

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

(4046 г/м²) составила продукция моллюсков *Viviparus viviparus* и *V. contectus* (Табл. 5.2.1)

Продукция мягкого зообентоса за вегетационный период 2017 г. варьировала от 54 г/м² (Сукляя) до 276 г/м² (Каменка) и 323 г/м² (Вэлчинец) (Таб. 5.2.1). При этом 50% продукции мягкого зообентоса на ст. Вэлчинец составила продукция хирономид: *Chironomus plumosus*, *Cryptochironomus defectus*, *Micropsectra praecox*, *Polypedilum convictum* и 41% – продукция амфипод: *Dikerogammarus haemobaphes*, *D. bispinosus*, *Chaetogammarus warpachowskyi*. На станции Каменка 93% продукции мягкого зообентоса составила продукция олигохет *Eiseniella tetraedra* и *Tubificidae*.

Таблица 5.2.1 Продукция зообентоса (г/м²) реки Днестр за вегетационный период (210 дней) 2017 г.

Продукция, г/м ²	1 Наславча, 2 Вэлчинец, 3 Сороки, 4 Каменка, 5 Ержово, 6 Гояны, 7 Кочиеры, 8 Вадул луй Водэ, 9 Варница, 10 Сукляя, 11 Паланка										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Мягкий зообентос	94,1	323,4	80,8	276,6	212,8	163,7	60,0	213,8	67,2	54,4	64,4
Общий зообентос	221,4	398,7	81,2	508,6	1188,0	430,3	199,2	546,8	67,2	4100,8	130,9

Статистический анализ показателей продукции зообентоса за период вегетации, выполненный на базе данных 2015-2017 гг., выявляет пункты отбора проб на реке Днестр, где были получены наименьшие результаты: для общего зообентоса это станции Наславча, Сороки, и Паланка, для мягкого зообентоса – Наславча и Кочиеры (Рис. 5.2.4).

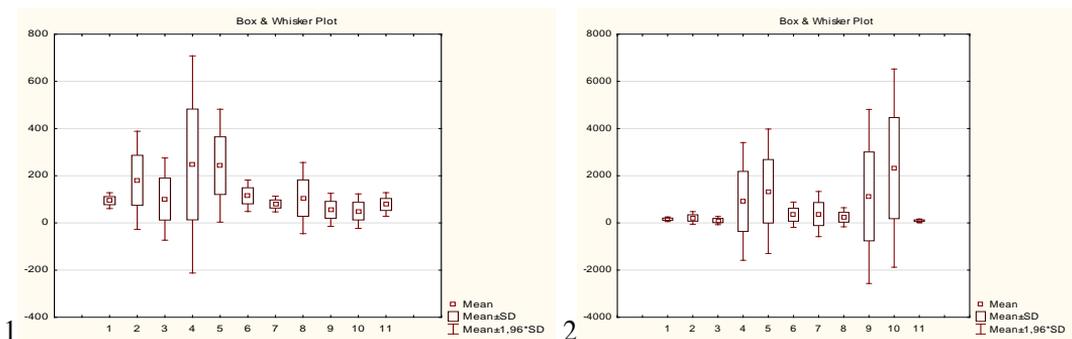


Рис. 5.2.4 Продукция мягкого (1) и общего (2) зообентоса р. Днестр за вегетационный период 2015-2017 г. (пункты отбора те же, что в Табл. 5.2.1)

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Низкие показатели биопродуктивности обусловлены разными факторами: в Наславче – нестабильным гидрологическим режимом, в Сороках – загрязнением сточными водами, в Кочиерах – большой площадью песчаных субстратов, которые вследствие своей высокой подвижности не очень благоприятны для развития сообществ донных макробеспозвоночных. Низкая продуктивность зообентоса на станции Паланка могла быть обусловлена кумулятивным действием нескольких факторов. Высокие показатели продукции зафиксированы на станциях Вэлчинец, Каменка, Ержово, для мягкого, а Варница и Сукляя для общего зообентоса.

Анализируя динамику суточной продукции зообентоса реки Днестр в сезонном аспекте (рассматриваемый период 2015-2017 гг.), следует отметить, что максимальные значения, зарегистрированные на станциях Вэлчинец, Каменка и Ержово, были ассоциированы с разными сезонами. Какой-либо четкой сезонной тенденции не наблюдается (Рис. 5.2.5).

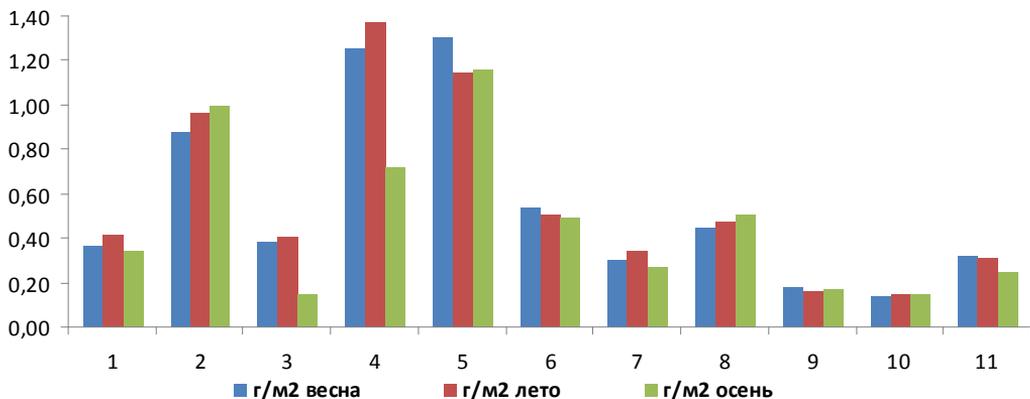


Рис. 5.2.5 Сезонная динамика суточной продукции мягкого зообентоса р. Днестр за вегетационный период 2015-2017 гг. (пункты отбора те же, что в Табл. 5.2.1)

На основании исторических данных показателей биомассы различных групп зообентоса на нижнем участке реки Днестр были рассчитаны соответствующие показатели продукция и выполнен ретроспективный анализ для сравнения с настоящим периодом. Результат представлен на Рис. 5.2.6

Как следует из представленных данных, продуктивность мягкого зообентоса за рассматриваемый период варьировала незначительно, оставаясь в пределах $53,4 \pm 7,5$ г/м². Продуктивность общего зообентоса за тот же период увеличилась в 1,5 раза.

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

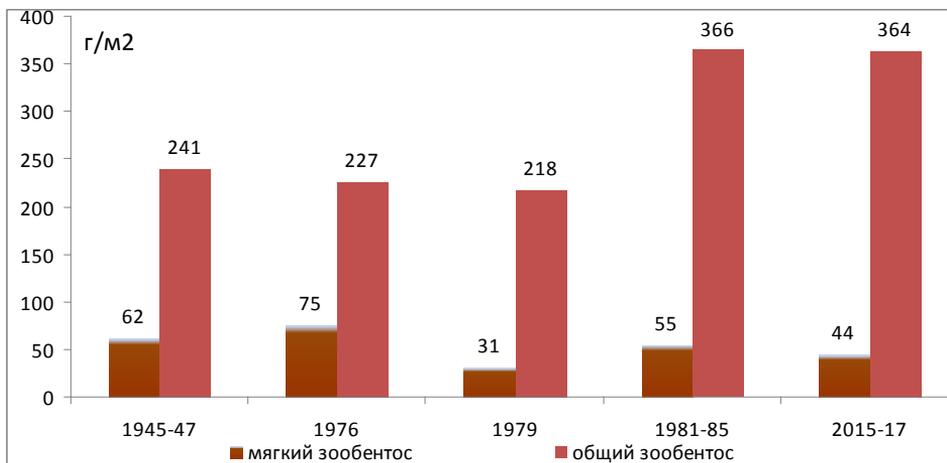


Рис. 5.2.6 Ретроспективный анализ продукции мягкого и общего зообентоса для нижнего участка реки Днестр за период 1945-2017 гг.

Для выяснения вклада основных таксономических групп в общий баланс продукции донных макробеспозвоночных были выполнены расчеты на основании средних данных по биомассе за вегетационный период и значениях коэффициента P/V для каждой группы: олигохеты, моллюски, амфиподы, мизиды, хоронимиды и другие группы (Алимов, 1989; Заика, 1983; Тодераш, 1984; Тодераш, Владимиров, 1990). Для ретроспективного анализа были выбраны четыре периода (Рис. 5.2.7): 1945-1947 гг. (период наименьшей антропогенной нагрузки), 1976-1979 гг. (увеличение антропогенной нагрузки), 1981-1985 гг. (период максимального антропогенного пресса) и 2015-2017 гг. (снижение антропогенной нагрузки).

Сравнительный анализ показывает, что основной вклад в формирование продукции зообентоса на нижнем участке Днестра вносят моллюски, затем олигохеты. За рассматриваемый период вклад моллюсков увеличился с 62% до 88 %, т. е. в 1,5 раза. В тоже время, вклад мягкого бентоса снизился в 1,5 раза.

Также важно отметить смену доминирующих видов моллюсков, вносящих основной вклад в формирование продукции. Если в 1981-1985 годах моллюски-фильтраторы *Dreissena polymorpha* и *Sphaerium (Sphaeriastrum) rivicola* составляли 91,6% биомассы, то в 2015-2017 годах 98,7% составляет вклад гастропод *Viviparus viviparus* и *V. contectus*. Значительно уменьшилась и доля продукции амфипод и хирономид – в 4 и 3 раза соответственно (Рис. 5.2.7). Продукция амфипод и хирономид имеет большое значение, поскольку это наиболее доступные группы в питании рыб бентофагов.

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

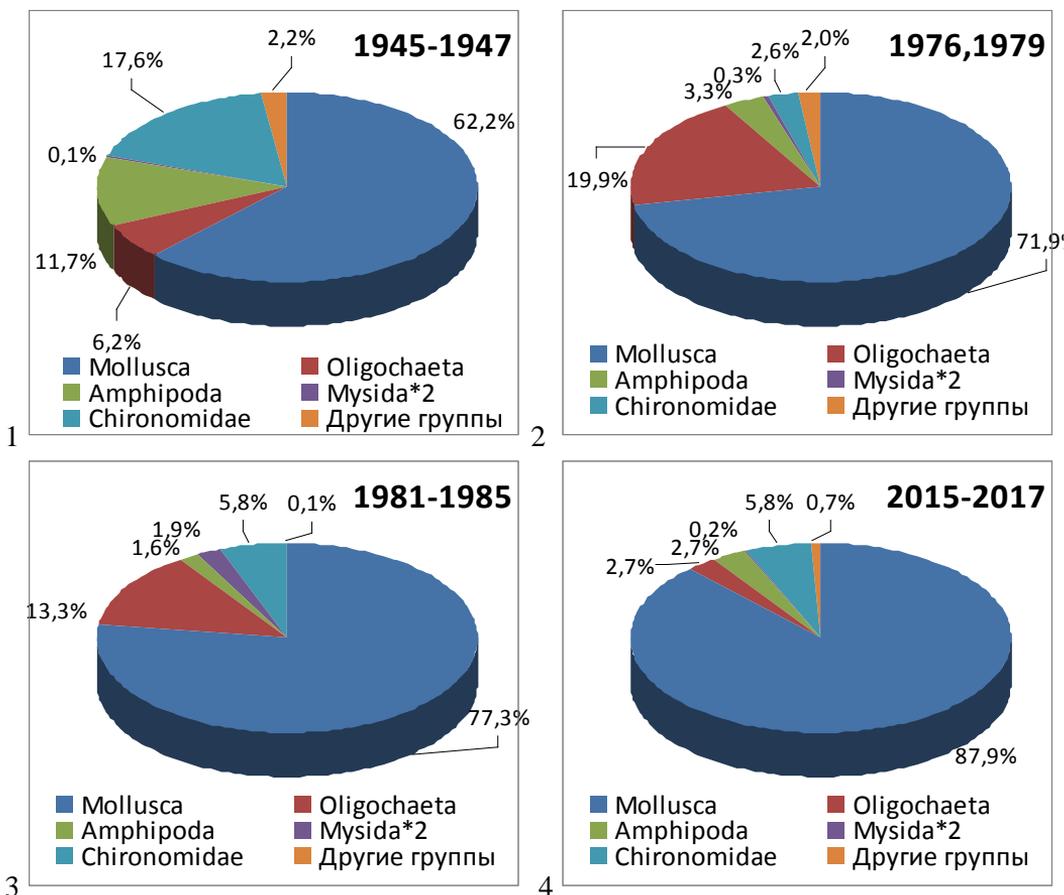


Рис. 5.2.7 Сравнительный анализ долевого участия основных таксономических групп в продукции зообентоса нижнего участка р. Днестр в ретроспективном аспекте (1945–2017 гг.)

Река Прут

Графический анализ среднесноголетней динамики численности мягкого и общего зообентоса реки Прут за период 2015-2018 гг. представлен на Рис. 5.2.8. Показатели численности обеих групп хорошо коррелируют на всех пунктах наблюдения. Минимальные значения численности мягкого и общего зообентоса зарегистрированы на ст. Костешть-Стынка – 647 и 894 экз./м², соответственно; максимальная численность этих групп на ст. Браниште составила 8743 и 9173 экз./м², соответственно (Рис. 5.2.8). Высокая среднегодовая численность общего зообентоса была отмечена и для станции Леушень – 7714 экз./м².

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

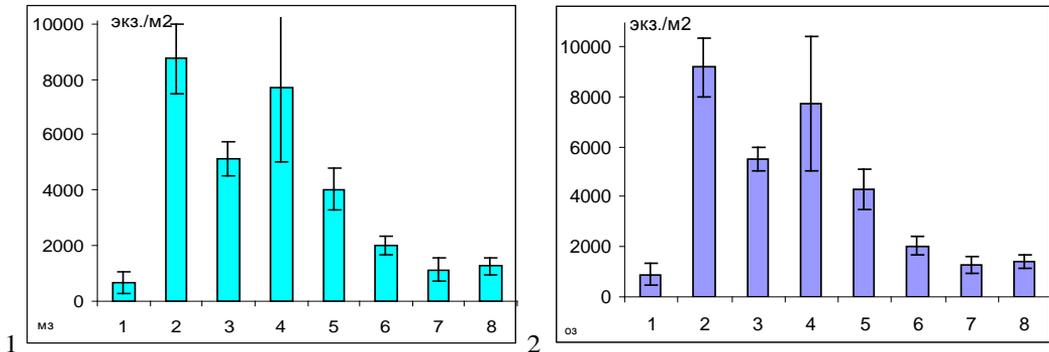


Рис. 5.2.8 Среднеголетняя динамика численности (экз./м²) мягкого (1) и общего (2) зообентоса р. Прут со стандартной ошибкой среднего \pm SE за период 2015-2018: 1 Костешть-Стынка, 2 Браниште, 3 Скулень, 4 Леушень, 5 Леова, 6 Кагул, 7 Кышлица-Прут, 8 Джурджулешть

Графический анализ среднеголетней динамики биомассы мягкого и общего зообентоса реки Прут за тот же период представлен на Рис. 5.2.9. Минимальные значения биомассы мягкого зообентоса составили 0,39 г/м² (ст. Костешть-Стынка), максимальные значения – 17,18 г/м² (ст. Браниште), из которых 60-80% составляет биомасса олигохет, хирономид и амфипод. Минимальные значения биомассы общего зообентоса были зарегистрированы на ст. Джурджулешть в количестве 14,22 г/м², максимальные значения – на ст. Кагул – 523 г/м².

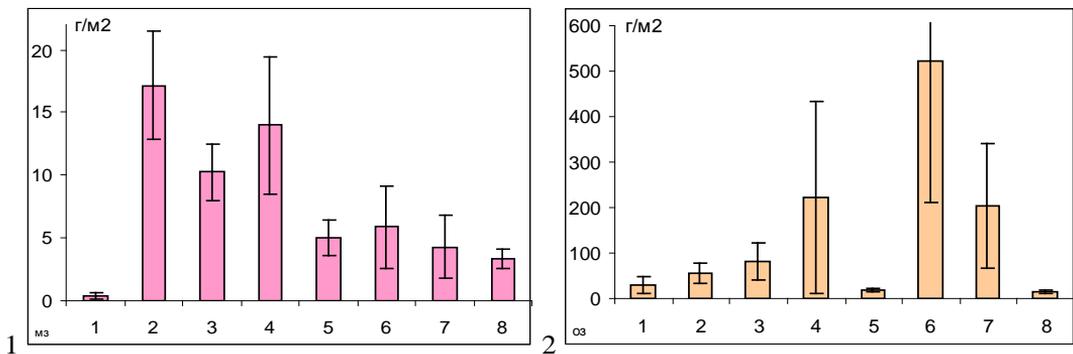


Рис. 5.2.9 Среднеголетняя динамика биомассы (г/м²) мягкого (1) и общего (2) зообентоса р. Прут со стандартной ошибкой среднего \pm SE за период 2015-2018 гг. (пункты отбора те же, что на Рис. 5.2.8)

Как было уже отмечено для реки Днестр, биомасса мягкого зообентоса, необходимая для питания ценных видов рыб бентофагов в водных экосистемах южной Европы, должна составлять не менее 4-5 г/м² (Toderas et al., 2006). Таким образом,

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

на участке Леова – Джурджулешть биомасса мягкого зообентоса варьирует в пределах этого диапазона, а на участке Браниште – Леушень даже превышает. Критическое значение параметра ассоциировано с пунктом отбора проб Костешть-Стынка. Если учитывать тот факт, что данный результат отражает показатели не бентоса водохранилища, а перифитона бетонной дамбы (организмы-образатели) и представителей нектобентоса, можно предположить, что состояние донного биоценоза на данном участке может быть лучше.

Анализ сезонной динамики функциональных характеристик макробентосных сообществ дает представление о роли каждого гидрологического сезона в формировании среднегодовых показателей, которые были рассмотрены выше. Дифференцированный анализ сезонной динамики биомассы мягкого и общего зообентоса реки Прут представлен на Рис. 5.2.10. Как следует из представленного графика, среднегодовой максимум мягкого зообентоса на станции Браниште был обеспечен не только летним состоянием макробентосных сообществ, но также весенним и осенним. На ст. Леушень высокий среднегодовой показатель биомассы был обеспечен в основном летними и осенними показателями зообентоса. Что касается среднегодовых значений биомассы общего зообентоса, то доля весенних значений параметра там минимальна на всех пунктах наблюдения, а основу среднегодовых значений формируют летние показатели биомассы.

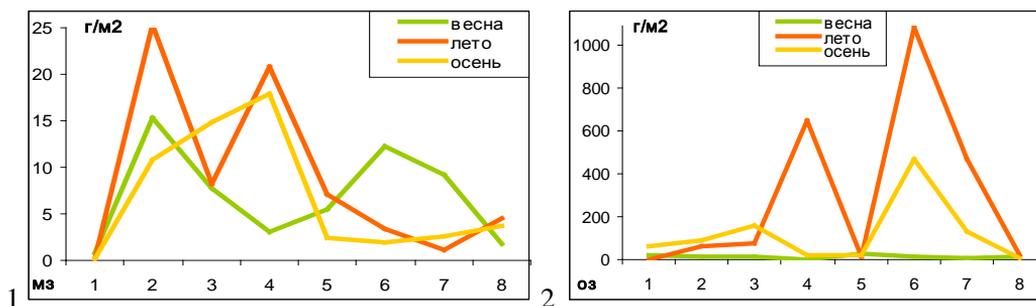


Рис. 5.2.10 Сезонная динамика биомассы ($\text{г}/\text{м}^2$) мягкого (1) и общего (2) зообентоса р. Прут за период 2015-2018 гг. (пункты отбора те же, что на Рис. 5.2.8)

По результатам данных, полученных в процессе обработки проб зообентоса реки Прут, была рассчитана продукция бентосных сообществ за вегетационный период (210 дней) 2017 г. Продукция общего зообентоса варьировала от 17 $\text{г}/\text{м}^2$ на ст. Кагул и 43 $\text{г}/\text{м}^2$ на ст. Джурджулешть до 2046 $\text{г}/\text{м}^2$ на станции Кышлица-Прут (Табл. 5.2.2). Более 90% всей продукции зообентоса на этой станции составила продукция моллюсков *Unio tumidus* и *Corbicula fluminea* (Müller, 1774).

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Продукция мягкого зообентоса за вегетационный период 2017 года варьировала от 17 г/м² на ст. Кагул и 36 г/м² на ст. Джурджулешть до 206 г/м² на ст. Браниште (Табл. 5.2.2). Боле 60% продукции мягкого зообентоса на станции Браниште обеспечивают амфиподы *Echinogammarus ischnus* и личинки ручейников *Hydropsyche contubernalis* и *Anabolia laevis* Zetterstedt, 1840.

Таблица 5.2.2 Продукция зообентоса (г/м²) реки Прут за вегетационный период (210 дней) 2017 г.

Продукция, г/м ²	1 Браниште, 2 Скулень, 3 Леушень, 4 Кагул, 5 Кышлица-Прут, 6 Джурджулешть,					
	1	2	3	4	5	6
Мягкий зообентос	206	97	48	17	61	36
Общий зообентос	304	260	48	17	2046	43

Статистический анализ показателей продукции зообентоса реки Прут за период вегетации (210 дней), выполненный на базе данных 2015-2017 гг., представлен на Рис. 5.2.11. Самые низкие значения продукции как мягкого, так и общего зообентоса отмечены в пункте отбора проб Джурджулешть. а самые высокие – в Браниште для мягкого зообентоса и в Кышлице-Прут – для общего (Рис. 5.2.11). Низкие показатели продукции зообентоса в пункте отбора проб Джурджулешть мы объясняем негативным воздействием на экосистему реки Прут функционированием порта (Giurgiulesti International Free Port).

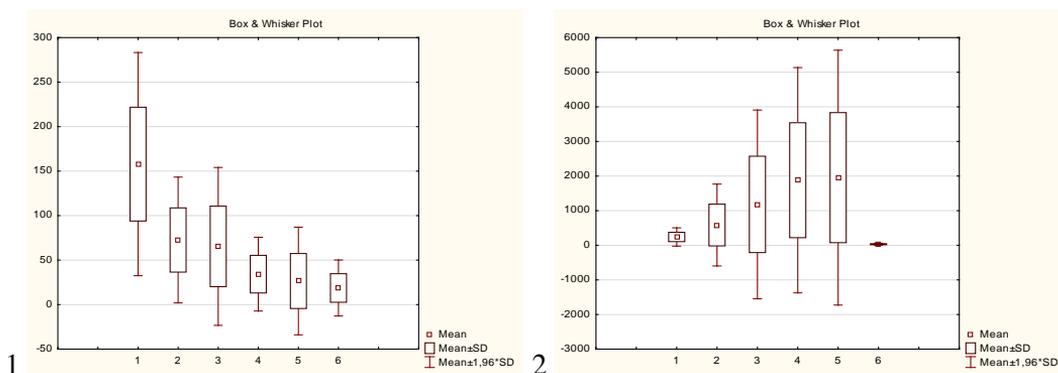


Рис. 5.2.11 Продукция мягкого (1) и общего (2) зообентоса р. Прут за вегетационный период 2015-2017 гг. 1 Браниште, 2 Скулень, 3 Леушень, 4 Кагул, 5 Кышлица-Прут, 6 Джурджулешть

Как следует из представленных данных, в период 2015-2017 гг. наблюдается снижение продукции мягкого зообентоса вниз по течению реки Прут от Браниш-

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

те до Джурджулешть примерно в 5 раз. Продукция общего зообентоса, напротив, увеличивалась от Браниште до Кышлица-Прут за счет продукции двустворчатых моллюсков *Unio tumidus*, и продукции инвазивных видов *Corbicula fluminea* и *Sinanodonta woodiana*.

Многолетний анализ данных за более чем двадцатилетний период (1996-2017 гг.) позволил рассчитать продукцию зообентоса для нижнего участка реки Прут (Рис. 5.2.12). Доля основных таксономических групп в продукции общего зообентоса довольно широко варьирует и определяется, прежде всего, вкладом моллюсков (Рис. 5.2.12: 1, 2, 3), но продукция мягкого зообентоса осталась практически неизменной, варьируя в диапазоне 105 – 142 г/м² (Рис. 5.2.12: 4).

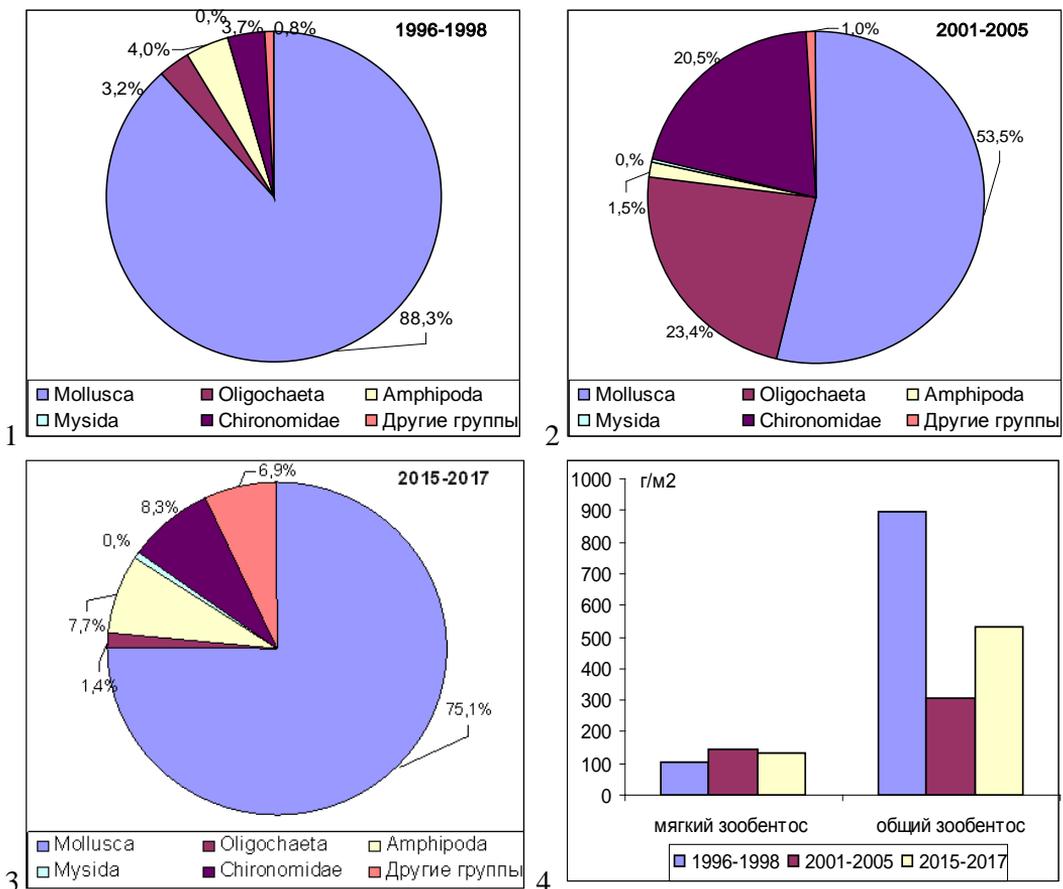


Рис. 5.2.12 Сравнительный анализ долевого участия основных таксономических групп в продукции зообентоса нижнего участка р. Прут в ретроспективном аспекте (1996–2017 гг.)

5.3 Использование бентосных беспозвоночных для оценки качества воды и уровня эвтрофикации водных экосистем

Для оценки загрязнения пресноводных экосистем разработаны различные системы сапробности. Под сапробностью понимают совокупность свойств организма, определяющих его способность обитать в водоемах с определенным содержанием органических веществ, т. е. с определенной степенью загрязнения.

Содержание органических веществ в водоеме зависит от многих факторов как естественных, так и антропогенных и, в первую очередь, от проточности водоема. В стоячих водоемах и заиленных местах сапробность намного выше, чем на открытом побережье. В реках, где вода сильно перемешивается, донные беспозвоночные показывают различную сапробность на различных типах субстратов (каменистых, песчаных и заиленных грунтах, в зарослях макрофитов) вследствие различного содержания органических веществ и кислорода. Сапробность на каменистом грунте одного и того же участка реки примерно на 0,5 балла ниже, чем на заиленном. А в зарослях макрофитов сапробность стремится к значениям 2,0 – 2,5, что связано с локальной регуляцией кислорода и органических веществ макрофитами (Чертопруд, 1999; Чертопруд, 2002)

Сапробность крупных рек тяготеет к показателю 2,5 и мало зависит от локальных колебаний. Напрямую связывать сапробность с антропогенным загрязнением водоема считается неверным, поскольку она зависит и от многих естественных факторов, в том числе географического положения (Чертопруд, 2002).

Сапробиологические характеристики видов могут изменяться в различных типах водоемов и в разных географических регионах. Один и тот же вид гидробионтов может характеризоваться разными авторами в диапазоне от олиго- до полисапробности (Шитиков и др., 2003). Это становится понятным, если учитывать, что многие организмы способны адаптироваться к неблагоприятным условиям среды обитания, что создает трудности для определения их сапробной валентности. Например, моллюск *Dreissena polymorpha*, который ранее считался индикатором относительно чистой воды, сегодня встречается во многих загрязненных биотопах. Таким образом, системы сапробности носят региональный характер и адаптируются к условиям конкретных водных экосистем.

Однако существуют общие закономерности. В случае загрязнения среды обитания, общее число видов в сообществе обычно уменьшается быстрее, чем общее число организмов. По мере увеличения загрязнения, численность стенобионтных видов уменьшается, а эврибионтных – увеличивается.

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Одним из распространенных способов определения сапробности по показателям зообентоса является индекс Гуднайт-Уитли, представляющий собой отношение числа олигохет к общему числу бентосных организмов. Если процентное содержание олигохет ниже 60%, то состояние водоема считается хорошим, от 60 до 80% – умеренно загрязненным, выше 80% – очень загрязненным. На основании значения этого индекса выделяют шесть классов качества воды: очень чистая, чистая, умеренно загрязненная, загрязненная, грязная, очень грязная (Абакумов, 1992). Необходимо отметить, что в Республике Молдова выделяют пять классов качества воды (Regulament..., 2013)

Токсичные воды оцениваются отдельно (индекс сапротоксичности Яковлева). Принципиальное различие между "обычным" и токсичным органическим загрязнением заключается в том, что в природе, в отличие от сапробных видов, не существует видов, предпочитающих токсичную среду (Брагинский, 1985).

В системе GIDROMETEO для определения сапробности рекомендуется использовать метод Вудивисса, хирономидный индекс Балушкиной, систему сапробности Pantle & Buck в модификации Сладечека, олигохетный индекс Гуднайт-Уитли и Парале, индекс Кожова и метод экологической модуляции Абакумова (Шитиков и др., 2003).

Метод измерения сапробности Pantle & Buck и его модификации (Sládeček, 1973) – это наиболее признанная и хорошо разработанная система биоиндикации, хотя во многих случаях требуется определение организмов до вида, что доступно только специалистам, а также необходим трудоемкий сбор количественных проб. Однако эти методы наиболее адекватно отражают сапробность водоемов.

Река Днестр

Для расчета сапробности и уровня эвтрофикации использовались результаты, полученные в ходе экспедиций весной, летом и осенью 2015 г. на реке Днестр в одиннадцати точках обора проб: Наславча, Вэлчинец, Сороки, Каменка, Ержово, Гояны, Кочиеры, Вадул луй Водэ, Варница, Суклея и Паланка.

Сапробность отражает интенсивность разложения органических веществ, трофность – интенсивность органического синтеза. В природе органический синтез и разложение существуют параллельно, что позволяет говорить об аналогии Категорий сапробности и трофности: "олигосапробность" – "олиготрофия", "β-мезосапробность" – "мезотрофия", "α-мезосапробность" – "эвтрофия", "полисапробность" – "гипертрофия" (Шитиков и др., 2003). Следует отметить,

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

что категории сапробности и трофности не полностью совпадают, особенно в мезосапробных зонах и застойных водах.

Шкала сапробности в интерпретации Кольквица-Марссона варьирует от 0 до 4 следующим образом: 0-0,50 – ксеносапробные условия; 0,51-1,50 – олигосапробные; 1,51-2,50 – β -мезосапробные; 2,51-3,50 – α -мезосапробные; 3,51-4,00 – полисапробные.

Шкала трофности варьирует следующим образом: 0,5-1,0 – олиго-мезотрофная; 1,1-1,5 – мезотрофная; 1,6-2,0 – мезоэвтрофная; 2,1-2,5 – эвтрофная; 2,6-3,0 – эвполитрофная; 3,1-3,5 – политрофная; 3,6-4,0 – полигипертрофная; > 4,0 – гипертрофная.

На основании результатов исследования зообентосных сообществ реки Днестр, были рассчитаны: индексы сапробности водоема (Z&M; P-B) в точке отбора, категории трофности и класс качества воды (Regulament., 2013). Весной 2015 г. индексы сапробности на разных участках реки варьировали следующим образом: станции Вадул луй Водэ и Наславча – 2,06-2,2 (β -мезосапробная зона, II класс, качество воды хорошее); станции Сороки, Вэлчинец, Паланка – 3,52-3,55 (полисапробная зона, V класс, очень загрязненная) (Рис. 5.3.1).

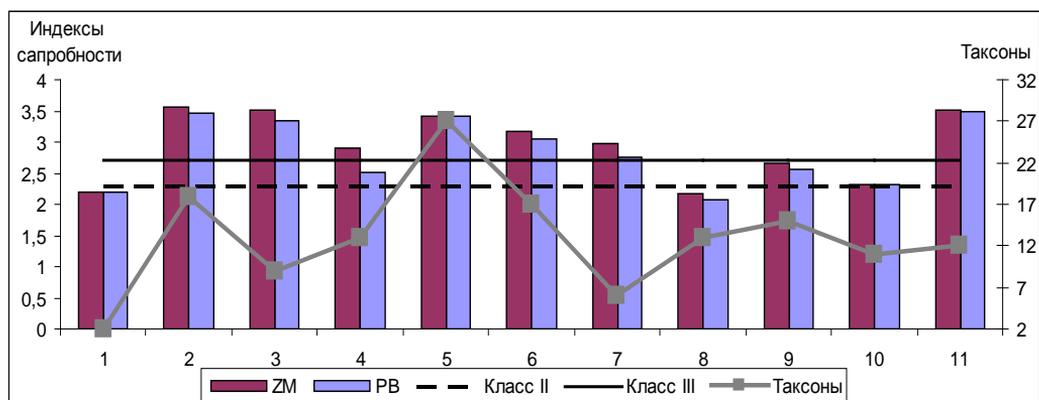


Рис. 5.3.1 Индексы сапробности и классы качества воды р. Днестр (весна 2015): 1-Наславча, 2-Вэлчинец, 3-Сороки, 4-Каменка, 5-Ержово, 6-Гояны, 7-Кочиеры, 8-Вадул-луй-Водэ, 9-Варница, 10-Сукля, 11-Паланка

Категория трофности водоема, определенная по результатам весенней экспедиции на реке Днестр, варьировала от мезоэвтрофной (Вадул луй Водэ) до политрофной (Сороки, Вэлчинец, Ержово, Паланка) (Табл. 5.3.1).

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

**Таблица 5.3.1 Индексы сапробности, уровень эвтрофикации
и классы качества воды р. Днестр в весенний период 2015 г**

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс са- пробности (P-B)	Количество таксонов ин- дикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Наславча	2,2	2,2	2	II	β-мезапробный/ эвтрофный
Вэлчинец	3,55	3,47	18	V	α мезо-сапробный - полисапробный/ политрофный
Сороки	3,52	3,33	9	V	α мезо-сапробный - полисапробный/ политрофный
Каменка	2,90	2,50	13	III- IV	α мезосапробный / эвтрофный- эвполитрофный
Ержово	3,41	3,42	27	V	α мезосапробный/ политрофный
Гояны	3,17	3,04	17	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный- политрофный
Кочиеры	2,97	2,76	6*	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный
Вадул луй Водэ	2,18	2,06	13	II	β мезоэвтрофный/ мезоэвтрофно- эвтрофный
Варница	2,67	2,56	15	III	α мезосапробный/ эвполитрофный
Суклея	2,31	2,31	11	III	β-мезапробный/ эвтрофный
Паланка	3,52	3,48	12	V	α мезо-сапробный - полисапробный/ политрофный

*Присутствие менее 10 индикаторных видов в пробе снижает валидность результата

В летний период индекс сапробности на разных пунктах отбора проб реки Днестр варьировал следующим образом: станции Наславча, Волчинец – 1,96-1,97 (β-мезосапробная зона, мезоэвтрофный уровень, II класс, качество воды хорошее); станция Сороки – 3,73 (полисапробная зона, полигипертрофный уровень, V класс качества, очень загрязненная) (Рис. 5.3.2).

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

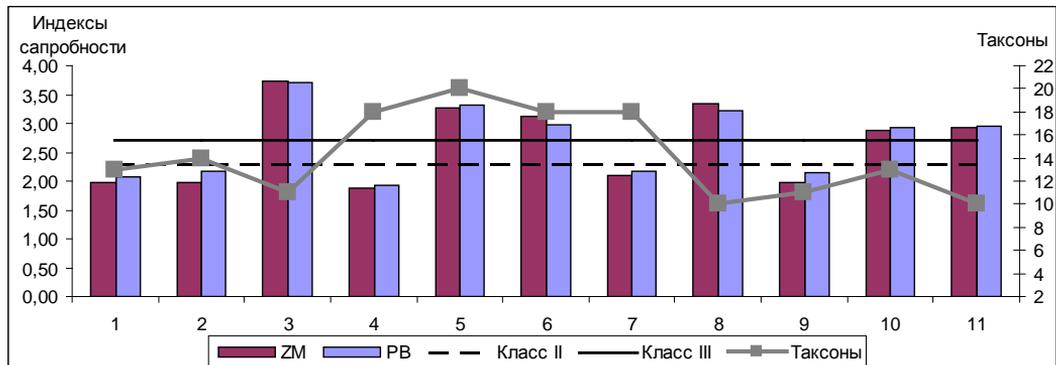


Рис. 5.3.2 Индексы сапробности и классы качества воды р. Днестр (лето 2015) (пункты отбора проб как на Рис. 5.3.1)

Следует отметить, что летом на всех точках отбора проб было зарегистрировано от 10 до 20 индикаторных таксонов, поэтому все полученные результаты являются валидными (Табл. 5.3.2).

Таблица 5.3.2 Индексы сапробности, уровень эвтрофикации и классы качества воды р. Днестр в летний период 2015 г

Пункты отбора проб	Индекс сапробности (Z & M)	Индекс сапробности (P-B)	Количество таксонов индикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Наславча	1,96	2,08	13	II	β мезоэвтрофный/ мезоэвтрофно-эвтрофный
Вэлчинец	1,97	2,16	14	II	β мезоэвтрофный/ мезоэвтрофно-эвтрофный
Сороки	3,73	3,71	11	V	Полисапробный/ полигипертрофный
Каменка	1,87	1,92	18	II	β мезосапробный/ мезоэвтрофный
Ержово	3,27	3,32	20	IV- V	α мезосапробный/ политрофный
Гояны	3,12	2,97	18	IV	α - мезосапробный/ эвполитрофный/ политрофный

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс са- пробности (P-B)	Количество таксонов индикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Кочиеры	2,11	2,17	18	II	β-мезапробный/ эвтрофный
Вадул луй Водэ	3,35	3,22	10	V	α мезосапробный/ политрофный
Варница	1,98	2,14	11	II	β мезоэвтрофный/ мезоэвтрофно- эвтрофный
Сукляя	2,87	2,93	13	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный
Паланка	2,93	2,96	10	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный

Высокие значения сапробности и очень высокий уровень эвтрофикации на ст. Сорока, обусловлены сбросом неочищенных сточных вод и очень низким уровнем воды в этот период. Здесь же отмечена высокая численность видов, устойчивых к загрязнению и эвтрофикации, например *Tubificidae* - 22880 экз./м², *Chironomus plumosus* – 13120 экз./м².

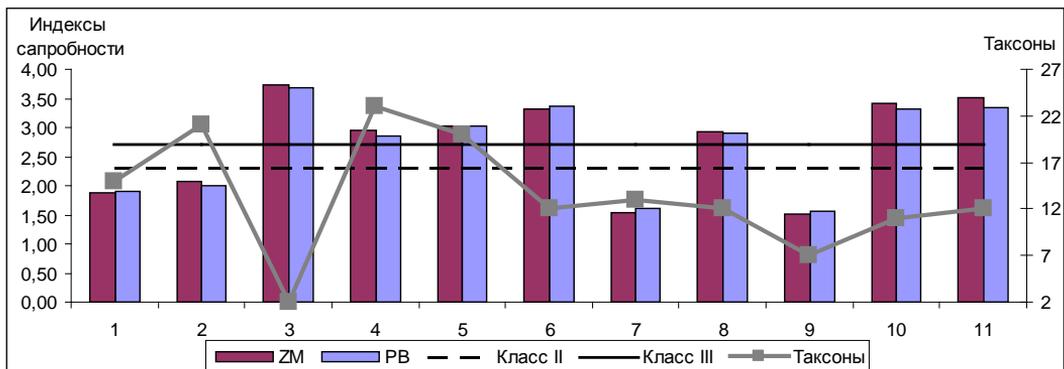


Рис. 5.3.3 Индексы сапробности и классы качества воды р. Днестр (осень 2015) (пункты отбора проб как на Рис. 5.3.1)

Высокий уровень эвтрофикации обычно ведет к процветанию толерантных видов, но, как правило, за этим следует резкий спад, что и было подтверждено осенью на той же станции (Табл. 5.3.3, Рис. 5.3.3): численность *Tubificidae* составила всего 280 экз./м², что соответствовало 80-кратному снижению численности и 6-кратному снижению биоразнообразия. В то же время, в пунктах Наславча и

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Каменка, где индекс сапробности изменяется от 1,87 до 2,08, отмечена наибольшая численность видов, характерных для чистых, проточных вод 320-7040 экз./м², в том числе олигосапробного двустворчатого моллюска *Pisidium casertanum* (SI = 1,15) с численностью в Каменке 1280 экз./м².

В осенний период индекс сапробности на разных участках реки Днестр варьировал следующим образом: станции Варница и Кочиерь – 1,50-1,53 (β-мезосапробная зона, мезоэвтрофный уровень, II класс, качество воды хорошее); станция Сороки – 3,73 (полисапробная зона, полигипертрофный уровень, V класс, очень загрязненная) (Рис. 5.3.3, Табл. 5.3.3).

**Таблица 5.3.3 Индексы сапробности, уровень эвтрофикации
и классы качества воды р. Днестр в осенний период 2015 г**

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс са- пробности (P-B)	Количество таксонов индикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Наславча	1,87	1,90	15	II	β мезосапробный/ мезоэвтрофный
Вэлчинец	2,06	2,01	21	II	β мезосапробный/ мезоэвтрофный
Сороки	3,73	3,67	2*	V	полисапробный / полигипертрофный
Каменка	2,94	2,85	23	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный
Ержово	3,02	3,02	20	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный
Гояны	3,32	3,38	12	V	α мезосапробный/ политрофный
Кочиеры	1,53	1,62	13	I	β мезосапробный/ мезотрофный = мезоэвтрофный
Вадул луй Водэ	2,92	2,89	12	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный
Варница	1,50	1,57	7*	I	олигосапробный – β мезосапробный/ мезотрофный - ме- зоэвтрофный
Суклея	3,43	3,32	11	V	α мезосапробный/ политрофный
Паланка	3,50	3,33	12	V	α мезосапробный/ политрофный

*Присутствие менее 10 индикаторных видов в пробе снижает валидность результата

Таким образом, наибольшее количество индикаторных таксонов на всех пунктах отбора проб реки Днестр отмечается в летний период. Однако, вне зависимости от сезона, наиболее благоприятные условия для развития бентосных беспозвоночных сохраняются в Дубоссарском водохранилище и прилегающих участках реки Днестр.

Также необходимо отметить, что в рамках совместных комплексных исследований, нижнего участка реки Днестр в 2018–2020 годах, в которых принимала участие и автор монографии, были определены показатели сапробности для бентосных сообществ, рассчитанные с использованием программы *Asterics 4.04* по *Zelinka & Marwan*. Полученные результаты варьировали в диапазоне 1,94 – 3,27, а в среднем составили $2,25 \pm 0,06$ ($\pm SE$), что соответствует умеренному загрязнению воды (Kovalyshyna et al., 2021).

Река Прут

Для расчета сапробности, уровня эвтрофикации и качества воды использовались результаты зимних, весенних, летних и осенних экспедиций 2015 г. на реке Прут, с восьми станций: Костешть-Стынка, Браниште, Скулень, Леушень, Леова, Кагул, Кышлица-Прут, Джурджулешть. Для всех точек отбора проб рассчитывали индексы сапробности, уровень эвтрофикации и класс качества воды.

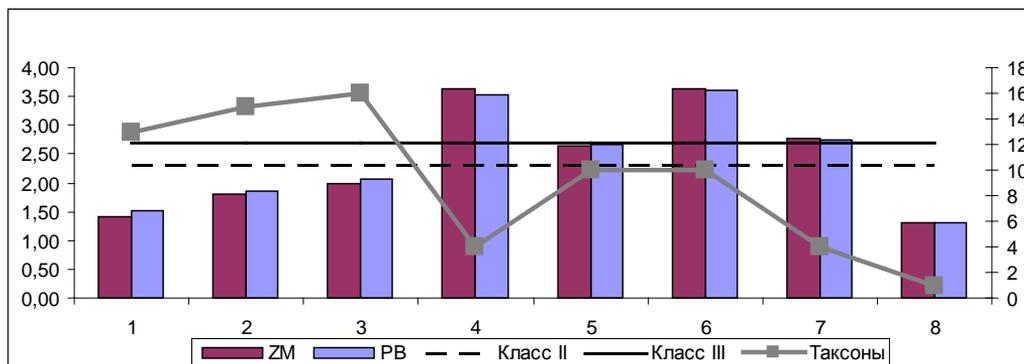


Рис. 5.3.4 Индексы сапробности и классы качества воды р. Прут (зима 2015):
1- Костешть-Стынка, 2- Браниште, 3- Скулень, 4- Леушень, 5- Леова, 6 Кагул,
7- Кышлица-Прут, 8- Джурджулешть

Зимой индекс сапробности на разных участках реки Прут варьировал от 1,41 (ст. Костешть-Стынка), что соответствует олигосапробной зоне, мезотрофному уровню, I классу качества воды (очень хорошая) до 3,63-3,64 (ст. Леушень, Ка-

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

гул), что соответствует полисапробной зоне, полигипертрофному уровню, V классу качества воды (очень загрязненная) (Рис. 5.3.4).

В Джурджулешть результат индекса сапробности 1,3 нельзя считать валидным, поскольку в пробе был зарегистрирован только один индикаторный вид (Табл. 5.3.4). Сам этот факт дает повод говорить о неблагоприятных условиях для развития макробентосных сообществ в данной точке.

В пунктах Браниште и Скулень было идентифицировано наибольшее количество таксонов - 23 и 22, из которых индикаторы сапробности составили 15 и 16 соответственно.. Значения индексов сапробности в данных пунктах варьировали в диапазоне 1,80-2,05, что соответствует I-II классу качества воды. Также в этих пунктах наблюдается высокое разнообразие чувствительных к загрязнению групп макробентоса, включая гаммарид, ручейников и поденок.

**Таблица 5.3.4 Индексы сапробности, уровень эвтрофикации
и классы качества воды р. Прут (февраль 2015 г.)**

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс сапробно- сти (P-B)	Количество таксонов индикаторов	Класс ка- чества во- ды	Зоны сапробно- сти/ уровень эвтрофикации
Костешть- Стынка	1,41	1,52	13	I	олигосапробный - β мезосапробный / мезотрофный
Браниште	1,80	1,84	15	I- II	β мезосапробный / мезозвтрофный
Скулень	2,00	2,05	16	II	β мезосапробный / мезозвтрофный
Леушень	3,63	3,53	4*	V	полисапробный/ полигипертрофый
Леова	2,65	2,66	10	III	α мезосапробный / эвполитрофный
Кагул	3,64	3,61	10	V	полисапробный/ полигипертрофый
Кышлица- Прут	2,78	2,75	4*	IV	α мезосапробный / эвполитрофный
Джурджу- лешть	1,3	1,3	1*	I	олигосапробный/ мезотрофный

*Присутствие менее 10 индикаторных видов в пробе снижает валидность результата

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Весной индекс сапробности на разных станциях реки Прут варьировал от 1,33-1,35 (станции Костешть-Стынка и Джурджулешть), что соответствует олигосапробной зоне, мезотрофному уровню, I классу качества воды (очень хорошая) до 3,58 (ст. Кагул), что соответствует полисапробной зоне, политрофному уровню, V классу качества воды (очень загрязненная) (Табл. 5.3.5, Рис. 5.3.5).

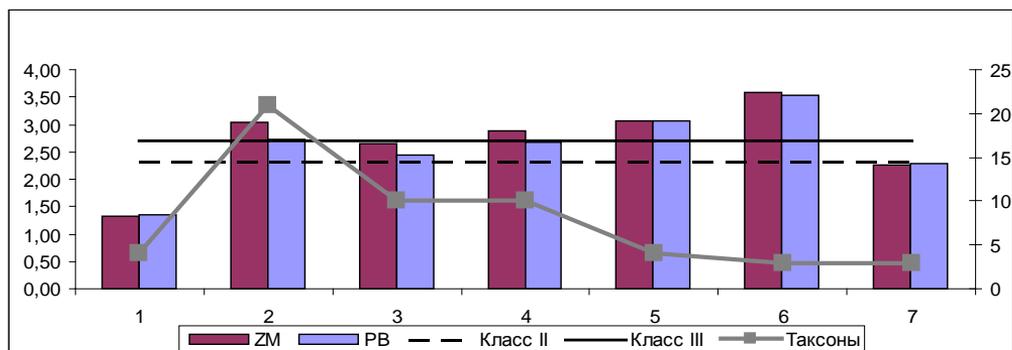


Рис. 5.3.5 Индексы сапробности и классы качества воды р. Прут (весна 2015)
(пункты отбора проб как на Рис. 5.3.4)

На станции Браниште обнаружено наибольшее количество таксонов - 21, все из них являются индикаторами сапробности. Значения индекса сапробности в данной точке варьирует в диапазоне 2,72-3,04, что соответствует IV классу качества воды.

Эти результаты превышают ожидаемые значения и обусловлены высокой численностью тубифицид в пробах - 9120 экз/м², наряду с высоким разнообразием других групп макробентоса, включая чувствительные к загрязнению таксоны Ephemeroptera и Trichoptera. Несмотря на то, что в Джурджулешть значения сапробности варьируют в диапазоне 1,33-1,35, что соответствует хорошему качеству, результат не является достаточно валидным, поскольку количество индикаторных видов в пробах было меньше 10 (Табл. 5.3.5).

Таблица 5.3.5 Индексы сапробности, уровень эвтрофикации
и классы качества воды р. Прут (март 2015 г.)

Пункты обора проб	Индекс сапробности (Z & M)	Индекс сапробности (P-B)	Количество таксонов индикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Костешть-Стынка	1,33	1,35	4*	I	олигосапробный/ мезотрофный
Браниште	3,04	2,72	21	IV	α мезосапробный/ эвполитрофный

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс са- пробности (P-B)	Количество таксонов индикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробно- сти/ уровень эвтрофикации
Скулень	2,66	2,44	10	III	α мезосапробный/ эвтрофный- эвполитрофный
Леушень	2,88	2,68	10	III- IV	α мезосапробный / эвполитрофный
Леова	3,05	3,06	4*	IV	α мезосапробный / эвполитрофный
Кагул	3,58	3,53	3*	V	Полисапробный/ политрофный
Кышлица- Прут	2,26	2,28	3*	II	β мезосапробный/ эвтрофный
Джурджу- лешть	1,33	1,35	4*	I	олигосапробный/ мезотрофный

*Присутствие менее 10 индикаторных видов в пробе снижает валидность результата

Летом индекс сапробности на разных станциях реки Прут варьировал от 1,72 (ст. Браниште), что соответствует β-мезосапробной зоне, мезотрофному уровню, I классу качества воды (очень хорошая) до 3,70 (ст. Джурджулешть), что соответствует полисапробной зоне, полигипертрофному уровню, V классу качества воды (очень загрязненная) (Табл. 5.3.6).

**Таблица 5.3.6 Индексы сапробности, уровень эвтрофикации
и классы качества воды р. Прут (август 2015 г.)**

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс са- пробности (P-B)	Количество таксонов ин- дикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Костешть- Стынка	2,16	2,16	6*	III	α мезосапробный/ эвтрофный
Браниште	1,72	1,75	25	I	β мезосапробный/ мезэвтрофный
Скулень	2,77	2,48	24	III- IV	α мезосапробный/ эвтрофный- эвполитрофный
Леушень	3,11	3,16	9*	IV	α мезосапробный/ политрофный
Леова	1,95	2,16	16	II	β мезосапробный/ мезэвтрофный - эвтрофный

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс сапробно- сти (P-B)	Количество таксонов ин- дикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Кагул	3,37	3,40	11	V	α мезосапробный/ политрофный
Кышлица- Прут	1,89	2,03	13	II	β мезосапробный/ мезоэвтрофный
Джурджу- лешть	3,7	3,7	1*	V	полисапробный/ полигипертрофный

*Присутствие менее 10 индикаторных видов в пробе снижает валидность результата

На станциях Браниште и Скулень летом отмечено наибольшее число таксонов - 30 и 31, из которых 25 и 24, соответственно, являются индикаторами сапробности (Рис. 5.3.6), в том числе: 5 таксонов Ephemeroptera: *Heptagenia sulfurea* (Muller, 1776), *Heptagenia* sp, *Baetis* sp. (*fuscatus*) (Linnaeus, 1761), *Baetis vernus* (Curtis, 1834), *Baetis bioculatus* (Linné, 1758) и 7 таксонов Trichoptera: *Hydropsyche* sp, *Hydroptila tineoides* (Dalman, 1819), *Agraylea multipunctata* (Curtis, 1834), *Molanna* sp, *Anabolia laevis* (Zetterstedt, 1840), *Neuroclepsis bimaculata* (Linnaeus, 1758), *Psychomyia pusilla* (Fabricius, 1781).

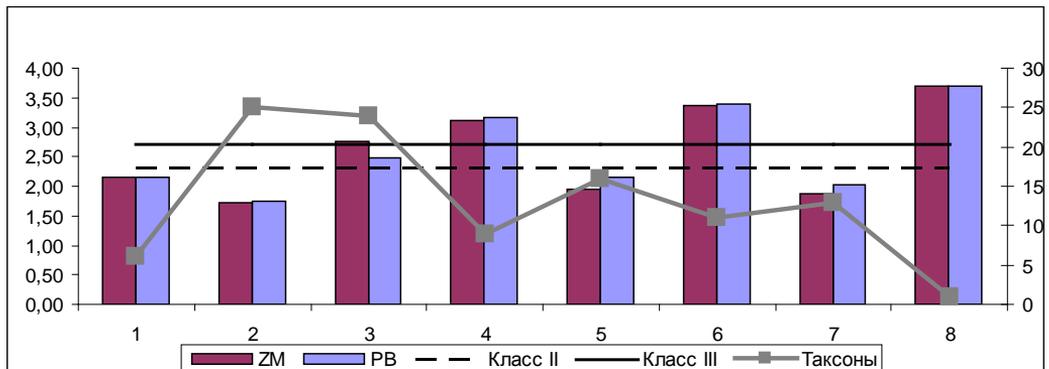


Рис. 5.3.6 Индексы сапробности и классы качества воды р. Прут (лето 2015)
(пункты отбора проб как на Рис. 5.3.4)

Осенью индекс сапробности на разных станциях реки Прут варьировал от 1,48 (ст. Костешть-Стынка), что соответствует олигосапробной зоне, мезотрофному уровню, I классу качества воды (очень хорошая) до 3,48 (ст. Леушень), что соответствует α мезосапробной зоне, политрофному уровню, V классу качества воды (очень загрязненная) (Табл. 5.3.7).

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

**Таблица 5.3.7 Индексы сапробности, уровень эвтрофикации
и классы качества воды р. Прут (октябрь 2015 г.)**

Пункты обора проб	Индекс са- пробности (Z & M)	Индекс са- пробности (P-B)	Количество таксонов индикаторов	Класс качества воды	Зоны сапробности/ уровень эвтрофикации
Костешть- Стынка	1,48	1,63	8*	I	олигосапробный – β мезосапробный / мезотрофный ме- зоэвтрофный
Браниште	2,04	2,02	16	II	β мезосапробный / мезоэвтрофный
Скулень	1,87	1,92	19	II	β мезосапробный / мезоэвтрофный
Леушень	3,48	3,43	12	V	α мезосапробный / политрофный
Леова	3,09	3,02	13	IV	α мезосапробный / эвполитрофный
Кагул	3,31	3,02	4*	IV- V	α мезосапробный / политрофный
Кышлица- Прут	2,47	2,58	7*	III	β - α мезосапроб- ный / эвтрофный
Джур- джулешть	2,95	2,71	6*	IV	α мезосапробный / эвполитрофный

*Присутствие менее 10 индикаторных видов в пробе снижает валидность результата

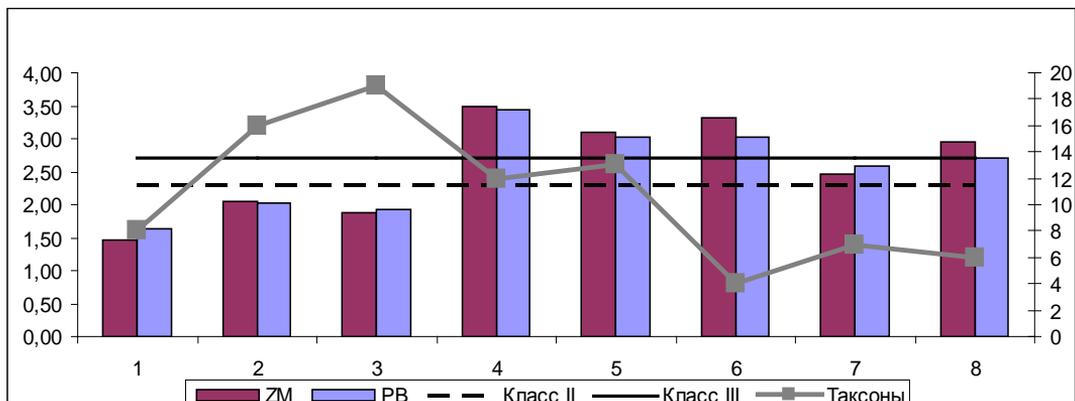


Рис. 5.3.7 Индексы сапробности и классы качества воды р. Прут (осень 2015)
(пункты отбора проб как на Рис. 5.3.4)

На станциях Браниште и Скулень, также как в летнем составе зообентоса, отмечено наибольшее количество таксонов - 27 и 27, из которых 16 и 19, соответственно, являются индикаторами сапробности. Согласно полученным результатам, значения индекса сапробности в этих пунктах варьируют в обычном диапазоне 1,87-2,04, что соответствует II классу (хорошему) качества воды (Рис. 5.3.7).

Уровень эвтрофикации реки в пунктах отбора проб этой осенью варьировал от мезотрофного (Костешть-Стынка) до политрофного (Леушень, Кагул). Осенний сезон 2015 г. был отмечен повышением значений сапробности на участке реки Леушень – Джурджулешть. Учитывая, что бентосные сообщества служат индикаторами пролонгированного загрязнения, полученный результат может быть показателем не точечного, но хронического загрязнения реки Прут органическими веществами и ухудшением качества воды до IV-V класса (загрязненная - очень загрязненная).

5.4 Роль бентосных сообществ в экосистемах рек Днестра и Прута

В мониторинге пресноводных экосистем обязательным объектом являются макрозообентосные организмы. Они отвечают многим требованиям, предъявляемым к биоиндикаторам: глобальная распространенность, относительно большая численность, относительно крупные размеры, сочетание специфической привязанности к биотопу с определенной подвижностью и достаточно длительная продолжительность жизни (Чертопруд, 1999; Семенченко, 2004). Эти организмы, играя важную роль в процессах самоочищения, служат пищей для рыб, птиц и других животных, а также участвуют в биогеохимическом круговороте многих элементов в системе "вода – гидробионты - донные отложения" и возврате биогенных веществ из водной среды на сушу во время вылета имаго амфибионтных насекомых.

Определение биопродукционного потенциала зообентоса Днестра и Прута

Оценка биопродуктивности сообществ донных беспозвоночных в стоячих и проточных водоемах Днестра и Прута имеет большое значение для рыб бентофагов: карпа, плотвы, серебряного карася, линя, окуня, налима, бычков. Например, удельная масса моллюсков в пищеварительном тракте карпа составляет до 16,5%, у линя - до 44,7%, у бычков - до 99% (Ярошенко, 1984).

Определение биопродукционного потенциала основывалось на средних значениях биомассы бентосных беспозвоночных за вегетационный период, значени-

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

ях коэффициента P/B, коэффициента использования трофической базы рыбами - K3 и трофического коэффициента - K2 для основных таксономических групп бентосных макробеспозвоночных (Тодераш, Владимиров, 1990).

Была проведена оценка биопродукционного потенциала водоемов, то есть потенциальной рыбопродуктивности, которую можно получить при использовании бентосных беспозвоночных в качестве естественной кормовой базы. Так, например, в 2015-2017 гг. потенциальная продукция зообентоса для рыб бентофагов на среднем участке Днестра, расположенном выше Дубоссарского водохранилища составила 99 кг/га, из которых доля моллюсков - 4 кг/га, а мягкого зообентоса - 95 кг/га. В Дубоссарском водохранилище потенциальная продукция зообентоса для рыб бентофагов составила 215 кг/га, из которых на долю моллюсков приходилось 76 кг/га, а на мягкий зообентос - 139 кг/га. На нижнем участке реки Днестр потенциальная продукция зообентоса для рыб бентофагов составила - 162 кг/га, из которых на долю моллюсков приходилось 117 кг/га, а на мягкий зообентос - 45 кг/га.

Потенциальная продуктивность зообентоса для рыб бентофагов на среднем участке р. Прут составила 112 кг/га, в которых доля моллюсков составляла 30 кг/га, а мягкого зообентоса - 82 кг/га. На нижнем участке р. Прут - 149 кг/га, где доля моллюсков достигала 123 кг/га, а мягкого зообентоса - 26 кг/га.

Следует отметить, что уровень использования рыбой продукции мягкого зообентоса в Дубоссарском водохранилище составлял 13 %, а уровень использования продукции моллюсков колебался в пределах 6,2–8,3 % (Чорик и др., 1992, Владимиров, Тодераш, 2001). Таким образом, фактическая продукция рыб бентофагов в 2015-2017 гг. могла составить в Дубоссарском водохранилище всего 23 кг/га, что примерно в 10 раз меньше их потенциальной продукции.

Одной из ключевых групп макробентосных сообществ являются двустворчатые моллюски, часто доминирующие как по численности, так и по биомассе. Эти моллюски- биофильтраторы способны удалять из воды 92-100% взвешенных веществ, оказывая тем самым, существенное влияние на формирование качества воды, обеспечение естественной кормовой базы и круговорот энергии и вещества в водных экосистемах (Алимов, 1981).

На разных уровнях функционирования пресноводных экосистем эта группа гидробионтов выступает в качестве эдификаторов среды (средообразующие виды двустворчатых моллюсков), участников трофических сетей (трансформация вещества и энергии различными группами бентосных беспозвоночных), а также в качестве промежуточных хозяев паразитических червей и простейших организмов.

Двустворчатые моллюски являются важным источником пищи для рыб малякофагов и водоплавающих птиц. В населенных пунктах, расположенных вблизи водоемов, эти моллюски исторически использовались и в качестве корма для домашних животных. Этот традиционный подход был переработан с учетом современных возможностей в НИИ рыбоводства и аквакультуры Государственного университета Южного региона Украины (г. Керчь) и внедрен в виде "сухого гранулированного корма" с высокой биологической ценностью (Степаненко, 2007).

Многие виды бентосных беспозвоночных используются в биологическом мониторинге, где помимо изучения таксономического разнообразия (биоразнообразия), используются методы биотестирования, биоиндикации и биоаккумуляции.

В биотестировании двустворчатые моллюски, играющие роль биофильтров в водных экосистемах, широко используются для изучения устойчивости гидробионтов к токсическому воздействию. Образ жизни, численность и биомасса двустворчатых моллюсков позволяют использовать их и в исследованиях биогеохимического круговорота и биоаккумуляции. С одной стороны, благодаря своей фильтрационной деятельности моллюски способствуют повышению прозрачности воды, что улучшает условия для фотосинтезирующих организмов и питания планктонных фильтраторов (Алимов, 1981). С другой стороны, потребляя в процессе фильтрации планктонные водоросли и планктонный детрит, они уменьшают пищевые ресурсы зоопланктона, вследствие чего может снижаться рыбопродуктивность водоема (Харченко, 1995).

Бентосные организмы в целом не являются экономически ценными объектами, поэтому их изъятие из водоема в исследовательских целях не наносит вреда экосистеме.

Биофильтрация. Для оценки фильтрационной активности таких массовых видов аборигенных и инвазивных моллюсков как: *Dreissena bugensis*, *D. polymorpha*, *Corbicula fluminea*, *Sinanodonta woodiana* были рассчитаны объемы воды, которые фильтруют эти моллюски, в литрах/в сутки/на м² при температуре 20°C по уравнениям, приведенным в монографии Алимова (Алимов, 1981).

Согласно расчётам, для р. Днестр в точке отбора проб Вэлчинец интенсивность фильтрации популяции *Dreissena bugensis* составила 3,1 л/сут/м², *D. polymorpha* – 2,2 л/сут/м². На станции Гояны популяция *D. bugensis* отфильтровывала 69 л/сут/м², *D. polymorpha* - 10,9 л/сут/м². На станции Кочиеры эти же виды отфильтровывали 53,2 л/сут/м² и 95,2 л/сут/м², соответственно. На станции Вадул луй Водэ интенсивность фильтрации *D. bugensis* достигала 20,3 л/сут/м², а на станции Паланка популяция *D. bugensis* фильтровала 0,8 л/сут/м² и *D. polymorpha* 0,3 л/сут/м².

ГЛАВА V. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА ДНЕСТРА И ПРУТА

Для реки Прут в точке отбора проб Костешть–Стынка популяция *D. bugensis* фильтровала 1,3 л/сут/м², популяция *D. polymorpha* - 0,1 л/сут/м². На станции Браниште *D. bugensis* отфильтровала 16,4 л/сут/м². На станции Скулень *D. bugensis* фильтровала 0,7 л/сут/м², *D. polymorpha* - 0,8 л/сут/м². На станции Кагул популяция *D. polymorpha* фильтровала 31,2 л/сут/м², на станции Кышлица-Прут популяция *Corbicula fluminea* фильтровала 17,3 л/сут/м². В озере Манта популяция *Sinanodonta woodiana* фильтровала - 44,2 л/сут/м².

Принимая во внимание вышеприведенные показатели и учитывая, например, что на ст. Кышлица-Прут численность и биомасса аборигенных двустворчатых моллюсков (по данным за 2011 г.) составляет 160 экз./м² с биомассой 6845 г/м², они могут фильтровать более 7200 л/сут, осаждая при этом более 1 кг/м² взвешенных веществ в сутки.

Биотестирование. В качестве тест-объектов при биотестировании используются гидробионты различного таксономического уровня. Среди бентосных организмов одним из наиболее востребованных является *Dreissena polymorpha*. Этот моллюск активно используется в биотестировании по следующим причинам:

- он занимает функционально значимое место в водных экосистемах;
- широко распространен в различных регионах;
- быстро и заметно реагирует на изменения окружающей среды;
- достаточно хорошо изучен;
- легко содержится в лабораторных условиях;
- достаточно легко идентифицируются.

Известно, что моллюски аккумулируют металлы из растворенной и взвешенной фракций пропорционально их концентрации во внешней среде. Именно поэтому их часто используют для оценки загрязнения (Бакаева, Никаноров, 2006).

В процессе наших исследований были проведены эксперименты с *Dreissena polymorpha*, целью которых было изучение влияния кадмия на некоторые физиологические показатели двустворчатых моллюсков. Было установлено, что Cd (в концентрации от 0,25 до 50 мкг/л) значительно влияет на интенсивность потребления кислорода. В зависимости от концентрации изученного элемента интенсивность процессов, по сравнению с контролем, изменялась до 78%. Так, выделение аммония изменялось до 22%, содержание общего фосфора до 26%, зольности до 50%, содержания белка до 40%, а вариации аммонийного индекса (O/N) достигали 220%. Для питьевой воды ПДК по кадмию для поверхностных вод составляет 5 мкг/л, что соответствует III классу качества воды (Источник: Tabelul 2 din Anexa 1 a Legii privind calitatea apei potabile). Минимальное отклонение от

контроля зафиксировано при концентрации 0,25 мкг/л, но уже начиная с 5 мкг/л наблюдаются изменения в метаболических процессах, поэтому содержание Cd в воде даже в пределах ПДК (5 мкг/л) может существенно влиять на жизнеспособность дрейссены и ее функционирование как естественного биофильтра в процессах самоочищения воды.

Биоаккумуляция. Для оценки вклада двустворчатых моллюсков в биогенную миграцию основных биогенных элементов, определяли содержание азота в тканях дрейссены из р. Днестр (у плотины Дубоссарского водохранилища) и количество осажденных ею взвешенных веществ. Согласно полученным результатам, содержание азота в моллюсках в пересчете на АСВ (абсолютно сухой вес) составляет 1,0–1,3% от общей массы. Таким образом с учетом ее биомассы, популяция дрейссены в районе плотины Дубоссарской ГЭС на 2-х километровом участке накапливает 47 кг азота (лето 2007).

При температуре воды 20°C популяция дрейссены на приплотинном участке левого берега Дубоссарского водохранилища за сутки фильтрует 192 л/м², на правом берегу 600 л/м², согласно уравнению: $F = mW^n$ (Алимов, 1981).

Согласно выполненным расчётам, общие запасы дрейссены на 2-х километровом приплотинном участке Дубоссарского водохранилища в настоящее время составляют более 32 тонн. При температуре воды 20°C популяция дрейссены фильтрует в течение суток 64464 м³ воды, осаждая при этом 3-10 кг взвешенных частиц на м², при их содержании в воде – 17,2 мг/л.

Полученные данные свидетельствуют о важной роли бентосных беспозвоночных в водных экосистемах Республики Молдова и необходимости сохранения их функциональной роли в водоёмах.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Выводы

1. В настоящем исследовании представлены результаты изучения биоразнообразия, численности, биомассы и продуктивности бентосных беспозвоночных рек Днестр и Прут за период 2007-2022 гг., полученные в процессе работы (с 1995 г.) в Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии АН Молдовы, а также результаты ретроспективного анализа литературных данных по макрозообентосу с 1946 года и исторических данных с 1874 года, ассоциированные с территорией Республики Молдова.
2. Изучение макробеспозвоночных является важной частью исследований фауны Республики Молдова, поскольку они составляют почти 5% из 14709 видов животных, зарегистрированных в настоящее время на территории республики (Toderăș et al., 2000). В списке донных беспозвоночных Республики Молдова насчитывается более 700 таксонов, относящихся к 10 разным типам животных.
3. За время исследований автором опубликован список, включающий 28 видов донных беспозвоночных новых для фауны Республики Молдова. Подробно изучено распределение в руслах Днестра и Прута: 84 таксонов моллюсков, 65 таксонов ракообразных и 31 таксона поденок.
4. Изучены: биоразнообразие, роль бентосных беспозвоночных в самоочищении водоемов, влияние антропогенных факторов на макробентос, редкие и охраняемые виды, инвазивные виды. Проведен гидробиологический мониторинг и определены индексы сапробности в водных экосистемах и продукция бентосных макробеспозвоночных в трансграничных водотоках.
5. Исходя из полученных результатов, можно утверждать, что состояние зообентоса рек Днестр и Прут на территории Республики Молдова отражает все общие проблемы, существующие в речных экосистемах на изучаемой территории.
6. Обзор литературы и собственные исследования подтверждают уязвимость экосистем рек Днестр и Прут к антропогенным воздействиям, что в условиях изменения климата усугубляет уже существующие экологические проблемы. Наиболее уязвимыми к изменению климата в изученных экосистемах являются мелководные участки. Уменьшение водного стока грозит им частичным или полным высыханием. К наиболее уязвимым видам зообентоса

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

относятся реофильные виды, предпочитающие быстрые течения, и оксифильные виды, предпочитающие богатые кислородом участки водоемов.

7. Согласно полученным результатам, за более чем 70-летний период зообентос исследованных экосистем на территории Республики Молдова существенно изменился по видовому составу, численности, биомассе и продуктивности, причем значительная часть этих изменений может быть связана с гидростроительством, загрязнением воды и интродукцией аллохтонных видов.
8. На участке реки Днестр в районе села Наславча, в большинстве случаев отмечаются минимальные значения численности и биомассы бентосных сообществ, что обусловлено неустойчивым гидрологическим режимом, а именно частыми и значительными изменениями уровня воды. При резком снижении уровня воды происходит обнажение субстратов, что угрожает выживанию бентосных беспозвоночных, приводит к снижению в 5-10 раз их численности и биомассы по сравнению с другими исследованными участками реки. Другая, не менее важная проблема для реки Днестр в целом и бентосных беспозвоночных в частности – это сброс неочищенных сточных вод г. Сороки. Наиболее благоприятные экологические условия для развития разнообразных групп зообентоса сохранились на верхнем участке Дубоссарского водохранилища.
9. Экосистема реки Прут также подвергается антропогенному воздействию, которое наиболее выражено в устье реки, где функционирует Международный порт Джурджулешть. Благоприятные условия для развития бентосных беспозвоночных сложились на участках реки, расположенных на станциях отбора проб Браниште и Тецкань. Это подтверждается показателями биоразнообразия зообентосных сообществ на этих участках, продукцией зообентоса, количеством стенобионтных и редких видов, а также значениями индекса сапробности.

Таким образом, структура и функциональные характеристики сообществ бентосных макробеспозвоночных в реках Днестр и Прут являются объективным отражением влияния антропогенного пресса и климатических изменений на водные экосистемы данного региона.

Рекомендации

Для сохранения гидрофауны изученных нами водотоков, восстановления биоразнообразия и сохранения редких видов беспозвоночных чувствительных к загрязнению и общей деградации водных экосистем, необходимо, прежде всего, сохранить или восстановить среду их обитания.

Важнейшими шагами для улучшения экологической ситуации в конкретном регионе является разработка стратегии адаптации речных экосистем и ее практическая реализация. Поскольку адаптация экосистем происходила постепенно в течение тысячелетий вплоть до индустриальной эпохи, когда время на адаптацию значительно сократилось, а количество стрессирующих факторов, к которым им приходится приспосабливаться, резко возросло. Необходимо использовать опыт, существующий в мировой практике: улучшение продольной непрерывности рек, создание экологических коридоров, совершенствование управления охраняемыми территориями, расширение заповедников, включая водно-болотные угодья. А также проведение специальных научных исследований с использованием классических и современных методов.

В изученных нами водных экосистемах, в первую очередь, необходимо обеспечить стабилизацию гидрологического режима и качественную очистку сточных вод. Это приведет к восстановлению среды обитания, как массовых видов гидробионтов, так и редких видов.

БЛАГОДАРНОСТИ

БЛАГОДАРНОСТИ

Реализация этой работы стала возможной благодаря участию в национальных и международных проектах 09.832.08.07A, 11.817.08.13F, 11.817.08.15A, MIS ETC 1150, MIS ETC 1676, BSB165, 15.817.02.27 A, 20.80009.7007.06 под руководством Зубков Елены Ивановны, члена-корреспондента Академии Наук Молдовы, профессора-исследователя, доктора хабилитат биологических наук, руководителя Научно-исследовательского Центра Гидробиоценозов и Экотоксикологии Института зоологии.

Благодарю директора Института зоологии Унгуряну Лауренцию, члена-корреспондента Академии Наук Молдовы, профессора-исследователя, доктора хабилитат биологических наук, а также почетного директора Института зоологии Тодераш Иона Кирилловича, академика Академии Наук Молдовы, доктора хабилитат биологических наук.

Благодарю за советы специалистов по таксономическим группам, оказавшим помощь в определении: Ernst Bauernfeind (Natural History Museum, Vienna), Gordan Stanko Karaman (Academy of Science and Arts of Montenegro), Mikhail Daneliya (University of Helsinki), Wolfram Graf (University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna). Выражаю благодарность фирме Hydrometrics s.r.o. за тестирование многопараметрических зондов Hydrolab MS5/DS5.

Благодарю I. Jechiu за помощь в подготовке карты (Институт экологии и географии).

Благодарю сотрудников Института зоологии Бушмакиу Галину, доктора хабилитат биологических наук; Булат Дмитрия, доктора хабилитат биологических наук; Шубернецкого Игоря, доктора биологических наук; Багрин Нину, доктора биологических наук; Журминскую Ольгу, доктора биологических наук; Андреев Надежду, доктора биологических наук и всех своих коллег из Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии.

Благодарю всю свою семью и, особенно, своего папу за поддержку и изготовление скребков и драги, которые позволили эффективно отбирать пробы.

Благодарю за приглашения участвовать в совместных научных экспедициях Serviciul Hidrometeorologic de Stat и сплавах по реке Днестр в команде Ecos-TIRAS.

АННОТАЦИЯ

Изучение макробентосных беспозвоночных в экосистемах рек Днестр и Прут на территории Республики Молдова, проводилось в рамках исследований, выполненных в Лаборатории гидробиологии и экотоксикологии Института зоологии. Регулярный отбор проб зообентоса проводился автором на реках Днестр и Прут с 2007 по 2023 гг. Всего было отобрано более 1800 проб. Также представлены результаты ретроспективного анализа исторических данных с 1874 года и литературных данных по макрозообентосу с 1946 года.

Макрозообентос - группа беспозвоночных животных, размером тела более 2 мм, обитающих на дне и в грунте водоемов различного типа и на различных подводных субстратах. В состав макрозообентоса обычно входят: олигохеты, моллюски, ракообразные, поденки, ручейники, хирономиды и другие группы донных беспозвоночных.

За время исследований автором опубликован список, включающий 28 видов донных беспозвоночных новых для фауны Республики Молдова. В руслах Днестра и Прута подробно изучено распределение: 84 таксонов моллюсков, 65 таксонов ракообразных и 31 таксона поденки. Всего в списке донных беспозвоночных Республики Молдова насчитывается более 730 таксонов, относящихся к 10 разным типам животных (Porifera, Bryozoa, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematomorpha, Nematoda, Annelida, Mollusca, Tardigrada и Arthropoda), что составляет 5% из всех видов животных, зарегистрированных в настоящее время на территории РМ. Изучены: биоразнообразие, редкие и охраняемые виды, инвазивные виды, влияние антропогенных факторов на макробентос, роль бентосных беспозвоночных в самоочищении водоемов. Проведен гидробиологический мониторинг и определены индексы сапробности водных экосистем и продукция бентосных макробеспозвоночных.

Реки Днестр и Прут являются трансграничными и в той или иной степени располагаются на территории стран ЕС, что предполагает выполнение требований Водной Рамочной Директивы (WFD, 2000/60/ЕС) по отношению к трансграничным европейским водотокам. Поэтому особое внимание в данной работе уделено таким представителям макробентосных беспозвоночных, которые широко известны в качестве видов-индикаторов, а именно моллюскам, ракообразным и поденкам. Изучение представителей этих групп имеет важное значение еще и потому, что в их число входят редкие виды из Красной книги Республики Молдова (2015) (*Hypanis colorata*, *H. laeviuscula fragilis*, *Hypanis pontica*, *Paramysis*

АННОТАЦИЯ

bakuensis), а также виды, включенные в список 100 самых опасных инвазивных видов (100 of the World's Worst IAS). Все инвазивные макробентосные виды были включены в глобальную систему GRIIS «Глобальный регистр интродуцированных и инвазивных видов – Молдова» (Global Register of Introduced and Invasive Specie – Moldova).

Обзор литературы и собственные исследования подтверждают уязвимость экосистем рек Днестр и Прут к антропогенным воздействиям, что в условиях изменения климата усугубляет уже существующие экологические проблемы. Наиболее уязвимыми в изученных экосистемах являются мелководные участки. К наиболее уязвимым видам относятся реофильные виды, предпочитающие быстрые течения, и оксифильные виды, предпочитающие богатые кислородом участки водоемов.

Зообентос исследованных экосистем на территории Республики Молдова существенно изменился за 70 лет по видовому составу, численности, биомассе и продуктивности, причем значительная часть этих изменений связана с гидростроительством, загрязнением воды и интродукцией аллохтонных видов.

На участке реки Днестр в районе села Наславча, расположенном непосредственно под плотиной Днестровской ГЭС-2, во многих случаях отмечаются минимальные значения численности и биомассы бентосных сообществ, что обусловлено неустойчивым гидрологическим режимом, а именно частыми и значительными изменениями уровня воды. Это приводит к снижению в 5-10 раз их численности и биомассы по сравнению с другими исследованными участками реки. Другая, не менее важная проблема для реки Днестр – это сброс неочищенных сточных вод города Сороки, что является причиной резкого сокращения разнообразия зообентоса. На этом участке могут успешно развиваться только виды, устойчивые к неблагоприятным условиям среды обитания. В тоже время, наиболее благоприятные экологические условия для развития разнообразных групп зообентоса сохранились на участке реки, расположенном выше Дубоссарского водохранилища и в его верхнем участке, где отмечалось 110 – 135 таксонов, а в Сороках и Наславче 43 и 55 таксонов бентосных беспозвоночных за период наиболее полного отбора проб в 2015-2018 гг.

Экосистема реки Прут также подвергается антропогенному воздействию, которое наиболее выражено в устье реки, где функционирует Международный порт Джурджулешть, где отмечается 3 - 5 таксонов бентосных беспозвоночных в пробе и всего 25 таксонов за 2015-2018 гг. Благоприятные условия для развития бентосных беспозвоночных сложились на участках реки, расположенных на станциях отбора проб Браниште (135 таксонов в 2015-2018 гг.) и Тецкань (около

АННОТАЦИЯ

100 таксонов). Это подтверждается показателями биоразнообразия зообентосных сообществ на этих участках, продукцией зообентоса, количеством стенобионтных и редких видов. В этих пунктах наблюдается высокое разнообразие чувствительных к загрязнению моллюсков, гаммарид, ручейников и поденок. В основном воды рек Днестр и Прут соответствуют β -мезосапробной зоне, мезотрофному уровню, II - III классу качества воды.

Важно отметить смену доминирующих видов после 1955 г. и многолетнее отсутствие в пробах *Oligoneuriella rheana*, *Behningia lesstagei*, *Wormaldia subnigra*, что возможно связано с их исчезновением в исследованных речных экосистемах.

Для сохранения видов, чувствительных к загрязнению и общей деградации водных экосистем, необходимо, прежде всего, сохранить или восстановить среду их обитания, в первую очередь, путем регулирования гидрологического режима и очистки сточных вод. Это приведет к восстановлению среды обитания, как массовых видов гидробионтов, так и к сохранению редких видов, отмеченных в наших исследованиях: *Theodoxus transversalis*, *Unio crassus*, *Clathrocaspia knipowitchii*, *Ephemera lineata* и включенных в Приложение II (Строго охраняемые виды), Бернской конвенции: *Palingenia longicauda* и *Stylurus (=Gomphus) flavipes*.

Исходя из полученных результатов, можно утверждать, что состояние зообентоса рек Днестр и Прут на территории Республики Молдова отражает все общие проблемы, существующие в речных экосистемах страны.

ADNOTARE

Studiul nevertebratelor macrobentonice din ecosistemele fluviului Nistru și ale râului Prut de pe teritoriul Republicii Moldova a fost efectuat în cadrul cercetărilor desfășurate de Laboratorul Hidrobiologie și Ecotoxicologie al Institutului de Zoologie. Eșantionarea periodică a zoobentosului a fost efectuată de către autor pe fl. Nistru și r. Prut în perioada 2007-2023. În total, au fost colectate aproximativ 1800 de probe. De asemenea, sunt prezentate rezultatele unei analize retrospective a datelor istorice începând cu 1874 și a datelor din literatura, de specialitate începând cu 1946, privind macrozoobentosul.

Macrozoobentosul include nevertebrate bentonice, cu dimensiunea corpului mai mare de 2 mm, care trăiesc pe diferite substraturi subacvatice. În macrozoobentos sunt incluse: oligochete, moluște, crustacee, efemeroptere, moluște, chironomide și alte grupuri de nevertebrate bentonice.

În timpul cercetărilor, au fost identificate 28 de specii de nevertebrate bentonice noi pentru fauna Republicii Moldova și publicată listă lor. A fost studiată detaliat distribuția a 84 de taxoni de moluște, 65 de taxoni de crustacee și 31 de taxoni de efemeroptere din fl. Nistru și r. Prut. Actualmente, lista nevertebratelor bentonice din Republica Moldova include peste 730 de taxoni, care aparțin la 10 încrengături de animale (Porifera, Bryozoa, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematomorpha, Nematoda, Annelida, Mollusca, Tardigrada și Arthropoda), ceea ce reprezintă 5% din speciile de animale înregistrate, în prezent, pe teritoriul Republicii Moldova.

A fost studiată biodiversitatea, speciile rare și protejate, speciile invazive, influența factorilor antropici asupra macrobentosului, rolul nevertebratelor bentonice în autoepurarea corpurilor de apă. A fost efectuată monitorizarea hidrobiologică și au fost determinați indicii saprobiologici ai ecosistemelor acvatice și producția de macronevertebrate bentonice.

Fluviul Nistru și râul Prut sunt transfrontaliere și parțial, se află pe teritoriul statelor membre ale UE, ceea ce implică respectarea cerințelor Directivei-cadru privind apa (DCA, 2000/60/CE). Prin urmare, în această lucrare se acordă o atenție specială nevertebratelor macrobentonice, care sunt cunoscute pe scară largă ca specii indicatoare, precum sunt moluștele, crustaceele și efemeropterele. Studiul acestor grupuri este important fiindcă ele include specii rare din Cartea Roșie a Republicii Moldova (2015) (*Hypanis colorata*, *H. laeviuscula fragilis*, *Hypanis pontica*, *Paramysis bakuensis*), precum și specii din lista celor 100 extrem de dăunătoare (IAS) din lume. Toate speciile

le macrobentone invazive au fost incluse în sistemul global GRIIS "Global Register of Introduced and Invasive Species - Moldova".

Analiza literaturii de specialitate și propriile noastre cercetări confirmă vulnerabilitatea ecosistemelor fl. Nistru și r. Prut la impactul antropogen, care, în contextul schimbărilor climatice, exacerbează problemele de mediu existente. Cele mai vulnerabile în ecosistemele studiate sunt zonele cu ape puțin adânci. Printre cele mai vulnerabile specii se numără speciile reofile care preferă curenții rapizi și speciile oxifile care preferă zonele bogate cu oxigen din bazinele acvatice.

Zoobentosul ecosistemelor studiate de pe teritoriul Republicii Moldova s-a schimbat semnificativ în decursul a 70 de ani, în ceea ce privește compoziția speciilor, abundența, biomasa și productivitatea, iar o parte semnificativă a acestor schimbări este legată de construcția hidrocentralelor, poluarea apei și introducerea speciilor alohtone.

Secțiunea fl. Nistru din apropierea satului Naslavcea, situată direct sub barajul centralei hidroelectrice Dnestrovsc-2, prezintă în majoritatea cazurilor valori minime ale abundenței și biomasei comunităților bentice din cauza regimului hidrologic instabil, și anume schimbări frecvente și semnificative ale nivelului apei. Acest lucru duce la o scădere de 5-10 ori a abundenței și biomasei acestora în comparație cu alte sectoare studiate ale fluviului. O altă problemă, nu mai puțin importantă pentru fl. Nistru, este scurgerea apelor reziduale netratate din orașul Soroca. Aceasta este cauza unei scăderi puternice a diversității zoobentosului. Doar speciile rezistente la condițiile nefavorabile de habitat se pot dezvolta cu succes în această secțiune. Cele mai favorabile condiții ecologice pentru dezvoltarea diverselor grupe de zoobentos s-au păstrat în sectorul situat în amonte lacului de acumulare Dubăsari și sectorul superior al acestuia, unde au fost observați 130 – 135 de taxoni, iar la Soroca și Naslavcea câte 43 și, respectiv, 55 de taxoni de nevertebrate bentonice în perioada cea intensă de prelevări de probe din anii 2015-2018.

Ecosistemul râului Prut este, de asemenea, supus impactului antropic, care este cel mai pronunțat la gura de vărsare a râului, unde funcționează Portul Internațional Giurgiulești, unde au fost înregistrați 3 - 5 taxoni de nevertebrate bentonice pe eșantion și un total de 25 de taxoni în perioada 2015-2018. Condiții favorabile pentru dezvoltarea nevertebratelor bentonice se întâlnesc în secțiunile de râu situate la stațiile de prelevare Braniște (135 de taxoni în 2015-2018) și Tețcani (circa 100 de taxoni). Acest lucru este confirmat de indicii de diversitate ai comunităților de zoobentos din aceste stații, producția de zoobentos, numărul de specii stenobionte și rare. În aceste stații se observă o diversitate mai mare de gamaride sensibile la poluare, tricoptere și efemeroptere. În general, apele fl. Nistru și r. Prut corespund zonei β -mezosaprobe, nivelului mezotrofic și claselor de calitate a apei II-III.

ADNOTARE

De asemenea, este important de remarcat schimbarea speciilor dominante și absența pe termen lung în eșantioane: *Oligoneuriella rheana*, *Behningia lesstagei*, *Wormaldia subnigra*, care poate fi legată de dispariția lor în ecosistemele râurilor studiate.

Pentru a conserva speciile sensibile la poluare și la degradarea generală a ecosistemelor acvatice, este necesar, să se păstreze sau să se restabilească habitatul acestora, în primul rând prin reglarea regimului hidrologic și prin epurarea apelor uzate. În cele din urmă, acest lucru va duce la refacerea habitatului atât pentru speciile de masă de hidrobionți, cât și la conservarea speciilor rare: *Theodoxus transversalis*, *Unio crassus*, *Clathrocaspia knipowitchii*, *Ephemera lineata*, precum și a speciilor din anexa II (specii strict protejate) din Convenția de la Berna: *Palingenia longicauda* și *Stylurus (=Gomphus) flavipes*.

Pe baza rezultatelor obținute, se poate afirma că starea zoobentosului fluviului Nistru și r. Prut din Republica Moldova reflectă toate problemele generale existente în ecosistemele fluviale ale zonei de cercetare.

ABSTRACT

Study on macrobenthic invertebrates in the ecosystems of the Dniester and Prut Rivers on the territory of the Republic of Moldova was carried out within the researches performed by the Laboratory of Hydrobiology and Ecotoxicology of the Institute of Zoology. The author carried out regular sampling of zoobenthos in the Dniester and Prut Rivers from 2007 to 2023. In total, more than 1800 samples were collected. The results of a retrospective analysis of historical data since 1874 and literature data on macrozoobenthos since 1946 are also presented.

Macrozoobenthos includes benthic invertebrates, with body size more than 2 mm, living in the water bodies on various underwater substrates. Macrozoobenthos usually includes: oligochaetes, molluscs, crustaceans, mayflies, chironomids and other groups of benthic invertebrates.

The author has published the list of 28 new species of benthic invertebrates for the fauna of the Republic of Moldova. The distribution of 84 taxa of molluscs, 65 taxa of crustaceans and 31 taxa of mayflies in the Dniester and Prut Rivers was studied in detail. In total, the list of benthic invertebrates of the Republic of Moldova includes more than 730 taxa belonging to 10 different phyla of animals (Porifera, Bryozoa, Cnidaria, Platyhelminthes, Nematomorpha, Nematoda, Annelida, Mollusca, Tardigrada and Arthropoda), which represents 5% of the animal species currently registered on the territory of the Republic of Moldova.

The biodiversity, rare and protected species, invasive species, the influence of anthropogenic factors on macrobenthos, the role of benthic invertebrates in self-purification of water bodies were studied. Hydrobiological monitoring was carried out and saprobic indexes of aquatic ecosystems and benthic macroinvertebrates production were determined.

The Dniester and Prut are transboundary rivers and are located to a greater or lesser extent on the territory of EU Member States, which implies compliance with the requirements of the Water Framework Directive (WFD, 2000/60/EC). Therefore, a special attention in this paper is paid to such representatives of macrobenthic invertebrates, which are widely known as indicator species, namely molluscs, crustaceans and mayflies. The study of representatives of these groups is important also because they include rare species from the Red Book of the Republic of Moldova (2015) (*Hypanis colorata*, *H. laeviuscula fragilis*, *Hypanis pontica*, *Paramysis bakuensis*), as well as species included in the list of 100 of the World's Worst IAS. All invasive macrobenthic

ABSTRACT

species were included in the global GRIIS system "Global Register of Introduced and Invasive Species - Moldova".

The literature review and our own research confirm the vulnerability of the ecosystems of the Dniester and Prut Rivers to anthropogenic impact, which in the context of climate change exacerbates existing environmental problems. Shallow water areas are the most vulnerable parts of the studied ecosystems. The most vulnerable species include rheophilic species that prefer fast currents and oxyphilic species that prefer oxygen-rich areas of water bodies.

Zoobenthos of the studied ecosystems on the territory of the Republic of Moldova has significantly changed during the last 70 years in terms of species composition, abundance, biomass and productivity, and a significant part of these changes is related to hydro construction, water pollution and introduction of allochthonous species.

The section of the Dniester River near the village of Naslavcea, located directly below the dam of the Dniester HPP-2, in most cases shows the lowest values of benthic communities' abundance and biomass, which is due to the unstable hydrological regime, namely frequent and significant changes of water level. This leads to a 5-10 times decrease in their abundance and biomass compared to other studied river sections. Another, no less important problem for the Dniester River is the discharge of untreated wastewater from the town of Soroca. This is the cause of a sharp decrease in zoobenthos diversity. Only species resistant to unfavorable habitat conditions can successfully develop in this river section. The most favorable ecological conditions for the development of diverse groups of zoobenthos were preserved in the river section located above the Dubossary Reservoir, and in the upper part of the reservoir, where 130 - 135 taxa were observed, but at the same time only 43 and 55 taxa of benthic invertebrates were registered in Soroca and Naslavcea respectively, during the period of the most complete sampling in 2015-2018.

The Prut River ecosystem is also subject to anthropogenic impact, which is most pronounced at the mouth of the river, where the Giurgiulesti International Port operates, where 3 - 5 taxa of benthic invertebrates per sample and a total of 25 taxa were recorded in 2015-2018. Favorable conditions for the development of benthic invertebrates are found in the river sections located at the sampling stations of Braniște (135 taxa in 2015-2018) and Tețcani (about 100 taxa). This is confirmed by the biodiversity indicators of zoobenthos communities at these sites, zoobenthos production, number of stenobiont and rare species. A high diversity of pollution-sensitive gammarids, caddisflies and mayflies is observed at these sites. In general, the waters of the Dniester and Prut Rivers correspond to the β -mesosaprobic zone, mesotrophic level, and water quality classes II-III.

ABSTRACT

It is also important to note the change of dominant species after 1955 year and long-term absence in samples: *Oligoneuriella rheana*, *Behningia lesstagei*, *Wormaldia subnigra*, which may be related to their disappearance in the studied river ecosystems.

In order to conserve the species that are sensitive to pollution and the general degradation of aquatic ecosystems, it is first necessary to maintain or restore their habitat, primarily by regulating the hydrological regime and treating wastewater. Ultimately, this will lead to the restoration of the habitat of both the mass species of hydrobionts and the conservation of rare species, such as *Theodoxus transversalis*, *Unio crassus*, *Clathrocaspia knipowitchii*, *Ephemera lineata* and of the species included in the Appendix II (Strictly Protected Species) of the Bern Convention: *Palingenia longicauda* and *Stylurus (=Gomphus) flavipes*.

Based on the obtained results, it can be stated that the state of zoobenthos of the Dniester and Prut Rivers in the Republic of Moldova reflects all the general problems existing in the river ecosystems of the study area.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alekhnovich A.V. & Kulesh V.F. (2001) Variation in the parameters of the life cycle in prawns of the genus *Macrobrachium* Bate (Crustacea, Palaemonidae). Russian Journal of Ecology 32: 454-459.
2. Alexandrov B., Boltachev A., Kharchenko T., Lyashenko A., Son M., Tsarenko P. & Zhukinsky V. (2007) Trends of aquatic alien species invasions in Ukraine. Aquatic Invasions. Vol. 2, Issue 3: 215-242.
3. Andrikovics S. & Turcsányi I. (2001) Tiszavirág.- Tisza Klub Füzetek 10: 1-69, Szolnok.
4. Anistratenko V. (2013) On the taxonomic status of the highly endangered Ponto-Caspian gastropod genus *Caspia* (Gastropoda: Hydrobiidae: Caspiinae). Journal of Natural History. Taylor & Francis Group. London 47: 1-2, 51-64.
5. Anistratenko V.V., Sitnikova T.Ya., Kijashko P.V., Vinarski M.V., Anistratenko O.Yu. (2020) A review of species of the genus *Theodoxus* (Gastropoda: Neritidae) of the Ponto-Caspian region, with considerations on available type materials. Ruthenica, Russian Malacological Journal, 30 (2): 115-134. [https://doi.org/10.35885/ruthenica.2021.30\(2\).5](https://doi.org/10.35885/ruthenica.2021.30(2).5).
6. Anistratenko V., Neubauer T.H.A., Anistratenko O., Kijashko P.V., Wesselingh Fr.P. (2021) A revision of the Pontocaspian gastropods of the subfamily Caspiinae (Caenogastropoda: Hydrobiidae). In: Zootaxa. Magnolia Press. Auckland. 4933(2): 151-197.
7. AQEM CONSORTIUM (2002) Manual for the application of the AQEM system A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1.0 www.aqem.
8. Balashov I.A., Son M.O., Coadă V. Welter-Schultes F. (2013) An updated annotated checklist of the molluscs of the Republic of Moldova. In: Folia Malacologica, 21 (3), p. 175-181. DOI: <http://dx.doi.org/10.12657/folmal.021.021>.
9. Bálint M, Málnás K, Nowak C, Geismar J, Vánca É, Polyák L, Lengyel Sz, Haase P. (2012) Species History Masks the Effects of Human-Induced Range Loss – Unexpected Genetic Diversity in the Endangered Giant Mayfly *Palinogenia longicauda*. PLOS DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031872>
10. Bauernfeind E. & Soldán T. (2012) The Mayflies of Europe (Ephemeroptera). Apollo Books, Ollerup, Denmark, 781 p.
11. Băcescu M. (1954) Mysidacea. Crustacea. Fauna Republicii Populare Romîne, 4(3): 1-126.
12. Beran L. (1997). First record of *Sinanodonta woodiana* (Mollusca: Bivalvia) in the Czech Republic. In: Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovenicae 61: 1-2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

13. Berezina N.A. (2007) Invasions of alien amphipods (Amphipoda: Gammaridea) in aquatic ecosystems of North-Western Russia: pathways and consequences. *Hydrobiologia* 590: p. 15-29.
14. Bespalaya Y.V., Bolotov I.N., Aksenova O.V., Gofarov M.Y., Kondakov A.V., Vikhrev I.V., Vinarski M.V. (2017) DNA barcoding reveals invasion of two cryptic *Sinanodonta* mussel species (Bivalvia: Unionidae) into the largest Siberian River. *Limnologica* 69: p. 94–102.
15. Bogan A. E., Bowers-Altman J., Raley M. E. (2011) A new threat to conservation of North American freshwater mussels: Chinese Pond Mussel (*Sinanodonta woodiana*) in the United States. *Tentacle* 19: 39–40.
16. Böhme M. (1998) Ein neuer Fundort der Chinesischen Teichmuschel (*Sinanodonta woodiana*) in Mitteleuropa. *Heldia* 2 (5/6): 166.
17. Böhm M., Dewhurst-Richman N.I., Seddon M. et al. (2021) The conservation status of the world's freshwater molluscs. *Hydrobiologia* 848: 3231–3254. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04385-w>.
18. Bruijs M.C.M., B. Kelleher, G. van der Velde, A. bij de Vaate (2001) Oxygen consumption, temperature and salinity tolerance of the invasive amphipod *Dikerogammarus villosus*: indicators of further dispersal via ballast water transport. *Archiv für Hydrobiologie* 152: 633-646.
19. Burton Maurice & Robert Burton (2002) "Spider crab". *International Wildlife Encyclopedia* (3rd ed.). Marshall Cavendish, p. 2475-2476, ISBN 978-0-7614-7266-7.
20. Buşmachiu G. (2010). Checklist of springtails (Collembola) from the Republic of Moldova. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»* 53: 149–160
21. Buşmachiu G. (2021) Fauna colebolelor (Hexapoda: Collembola) din Republica Mldova. Chişinău, Căpăină Print, 200 p.
22. Cai Y and Ng P. K. L. (2002) The freshwater palaemonid prawns of Myanmar (Crustacea: Decapoda: Caridea), *Hydrobiologia*, 487: 59-83. <https://doi.org/10.1023/A:1022991224381>.
23. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Chişinău: Ştiinţa, 2002, 288 p.
24. Cartea Roşie a Republicii Moldova. Chişinău: Ştiinţa, 2015, 491 p.
25. Cărauşu S., Dobreanu E., Manolache C. (1955). Fauna Republicii Populare Române. Crustacea. Amphipoda. Forme salmastre şi de apă dulce. IV, 4, Ed. Acad. R.P.R. 409 p.
26. Chen P.-C., Shih C.-H., Chu T.-J., Lee Y.-C. and Tzeng T.-D. (2017) Phylogeography and genetic structure of the oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) in East Asia, *PloS ONE*, 12, 3, e0173490. DOI:10.1371/journal.pone.0173490.
27. Ciubuc C. (1993) Checklist of Romanian Trichoptera (Insecta). *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle «Grigore Antipa»* 33: 11-147.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

28. Cid Núria, Carles Ibáñez, Narcís Prat. (2008) Life history and production of the burrowing mayfly *Ephoron virgo* (Olivier, 1791) (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) in the lower Ebro river: A comparison after 18 years. *Aquatic Insects*, vol. 30(3): 163- 178.
29. Clessin S. (1887) Die Molluskenfauna Oesterreich, Ungarns und der Schweiz. II Theil, Nürnberg, Verlag von Bauer und Raspe.
30. Cohen A. N. & Carlton J. T. (1998) Accelerating invasion rate in a highly invaded estuary. *Science* 279: 555-558.
31. Copilaș-Ciocianu D. & Sidorov D. (2022) Taxonomic, ecological and morphological diversity of Ponto-Caspian gammaroidean amphipods: a review. *Organisms Diversity & Evolution*, 22: 285–315. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13127-021-00536-6>.
32. Counts C.L. III (1981) *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Sphaeriacea) in British Columbia. *Nautilus* 96(1): 12-13.
33. Council of Europe (2010) Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats Appendix II. <http://conventions.coe.int/Treaty/FR/Treaties/Html/104-2.htm>.
34. Covich Alan P., Katherine C. Ewel, Robert O. Hall, Jr., Paul S. Giller, Willem Goedkoop, and David M. Merritt (2004) Ecosystem services provided by freshwater benthos. In: *Sustaining biodiversity and functioning in soils and sediments*, p. 45-71.
35. DAISIE (2009) *Handbook of Alien Species in Europe*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 399 p.
36. Daneliya M. E., Audzijonyte A. & Vainola R. (2007) Diversity within the Ponto-Caspian *Paramysis baeri* Czerniavsky sensu lato revisited: *P. bakuensis* G. O. Sars restored (Crustacea: Mysida: Mysidae). *Zootaxa* 1632: 21–36.
37. Dudgeon D. & Morton B. (1983). The population dynamics and sexual strategy of *Anodonta woodiana* (Bivalvia: Unionacea) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Journal of Zoology* 201 (2): 161–183.
38. Dudgeon D. (2019). Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. *Curr. Biol.* 29: 960–967.
39. Eaton A. E. (1883). A Revisional Monograph of Recent Ephemeridae Or Mayflies. *Transactions of the Linnean Society of London*. 320 p.
40. EN ISO 5667-14:2011 Calitatea apei. Prelevare. Partea 14: Ghid pentru asigurarea calității la prelevarea și manipularea probelor de apă naturală.
41. EN ISO 5667-6:2011 Calitatea apei. Prelevare. Partea 6: Ghid pentru prelevările efectuate în râuri și alte cursuri de apă.
42. ERSS (2018) Estuarine Mudcrab (*Rhithropanopeus harrisi*). *Ecological Risk Screening Summary*, U.S. Fish and Wildlife Service 22.
43. FAO (2020) *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action*. Rome. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229en>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

44. Ferreira-Rodríguez N., Akiyama Y.B., Aksenova O.V., Araujo R., Barnhart M.C, et al. (2019) Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. *Biological Conservation* 231: 77–87.
45. Fofonoff P.W., G.M. Ruiz, B. Steves, C. Simkanin and J.T. Carlton. (2018) *Rhithropanopeus harrisi*. In National Exotic Marine and Estuarine Species Information System. Smithsonian Environmental Research Center, Edgewater, Maryland. <http://invasions.si.edu/nemesis/browseDB/SpeciesSummary.jsp?TSN=98790>.
46. Geelen J.F.M. (1978) The distribution of the crayfishes *Orconectes limosus* (Rafinesque) and *Astacus astacus* (L.) (Crustacea, Decapoda) in the Netherlands. *Zoologische Bijdragen* 23(1): 4-19.
47. Girardi H. & Ledoux J.C. (1989) Présence d'*Anodonta woodiana* (Lea) en France (Mollusques, Lamellibranches, Unionidae). *Bulletin Mensuel de la Société Linnéenne de Lyon* 58: 186-290.
48. Glöer P. & Zeittler M.L. (2005) Kommentierte Artenliste der Süßwassermollusken Deutschlands. *Malakologische Abhandlungen* 23: 3-23.
49. Głowaciński Zbigniew, Henryk Okarma, Jerzy Pawłowski, Wojciech Solarz (Eds) (2011). Alien species in the fauna of Poland. Instytut Ochrony Przyrody Pan. Kraków. 692 p.
50. Godunko R.J., Kłonowska-Olejniak M. (2003) A checklist of the Ukrainian mayflies. (Insecta: Ephemeroptera). *Polskie Pismo Entomologiczne* 72: 203-210.
51. Goldberg C.S., Turner C.R., Deiner K., Klymus K.E., Thomsen P.F. et al. (2016) Critical considerations for the application of environmental DNA methods to detect aquatic species. *Methods Ecol. Evol.* DOI:10.1111/2041-210X.12595.
52. Gomes C., Sousa R., Mendes T., Borges R., Vilares P., Vasconcelos V, et al. (2016). Low Genetic Diversity and High Invasion Success of *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae) (Müller, 1774) in Portugal. *PLoS ONE* 11(7): e0158108 DOI: 10.1371/journal.pone.0158108
53. Graf D, Cummings K. (2019) The MUSSEL Project Database. <http://musselproject.uwsp.edu/db/>.
54. Grizzetti, B.; Liqueste, C.; Pistocchi, A.; Vigiak, O.; Zulian, G.; Bouraoui, F.; De Roo, A.; Cardoso, A.C. (2019) Relationship between ecological condition and ecosystem services in European rivers, lakes and coastal waters. *Sci. Total Environment* 671: 452-465.
55. Grossu A.V. (1955) Fauna Republicii Populare Romine - Mollusca - VOL. III, Fascicolele I-III. Academia Republicii Populare Române, 518 p.
56. Guarneri I., Popa O.P., Gola L., Kamburska L., Lauceri R., Lopes-Lima M., Popa L.O., Riccardi N. (2014) A morphometric and genetic comparison of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) populations: does shape really matter? *Aquatic Invasions* 9 (2): 183-194.
57. Holthuis, L.B. (1980) FAO species catalogue. Vol.1. Shrimps and prawns of the world. An annotated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fisheries Synopses (125) Volume 1, p. 271.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

58. Holzenthal, R.W., R.E. Thompson, and B. Ríos-Touma. (2015) Order Trichoptera. In: J. Thorp and D. C. Rogers (eds.). Ecology and General Biology: Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates, Academic Press: 965-1002.
59. Hooper C, Debnath P.P., Stentiford G.D, Bateman K.S, Salin K.R, Bass D. (2023) Diseases of the giant river prawn *Macrobrachium rosenbergii*: A review for agrowing industry. Review in Aquaculture 15(2): 738-758.
60. Howard J.K., and K.M. Cuffey (2006). The functional role of native freshwater mussels in the fluvial benthic environment. Freshwater Biology 51: 460-474.
61. Hubenov Z. (2006) *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) – a new invasive species for the Bulgarian malacofauna. Acta Zoologica Bulgarica 58 (1): 35-40.
62. Illies J. & Botosaneanu I. (1963) Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. S.I.L., Mitteilung 12: 1-57.
63. IPCC, 2013 - Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Stocker T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. et al. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 p.
64. ISO 7828:1985 Water quality. Methods of biological sampling. Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macro-invertebrates.
65. ISO 8265:1988 Water quality. Design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow freshwaters.
66. ISO 9391:1993 Water quality. Sampling in deep waters for macro-invertebrates. Guidance on the use of colonization, qualitative and quantitative samplers.
67. Jaccard P. (1901), “Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura”, Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles 37(1): 547–579.
68. Karaman G.S. & S. Pinkster (1977) Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea, Amphipoda). II. Gammarus roeselli-group and related species. Bijdragen tot de Dierkunde (Contribution to zoology) 47(2): 165-196.
69. Karaman G.S. (1991) The survey of described and cited freshwater Gammarus species (Fam. Gammaridae) from Soviet Union with redescription of two taxa (Contribution to the knowledge of the Amphipoda 205). Poljoprivreda Šumarstvo 37: 37-73.
70. Kiss A. (1995) The propagation, growth and biomass of the Chinese huge mussel (*Anodonta woodiana woodiana* Lea, 1834) in Hungary. Univ. of Agric. Sci. Godollo. Tropical and Subtropical Department. Private Edition, Second Ed.: 33 p.
71. Klishko O., Lopes-Lima M., Froufe E., Bogan A., Vasiliev L., Yanovich L. (2017) Taxonomic reassessment of the freshwater mussel genus *Unio* (Bivalvia:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Unionidae) in Russia and Ukraine based on morphological and molecular data. *Zootaxa*, 4286(1): 093–112. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4286.1.4>
72. Komaru A, Konishi K (1999) Non-reduction spermatozoa in three shell color types of the freshwater clam *Corbicula fluminea* in Taiwan. *Zoological Science* 16: 105-108 DOI:10.2108/zsj.16.105
 73. Košel V. (1995) The first record of *Anodonta woodiana* (Mollusca, Bivalvia) in Slovakia. *Acta Zoologica Universitatis Comenianae* 39: 3–7.
 74. Kovalyshyna S., Chuzhekova T., Grandova M., Onishchenko E., Zubcov E., Ukrainskyy V., Goncharov O. Munjiu O. Nabokin M. Ene A. (2021) Ecological Conditions of the Lower Dniester and Some Indicators for Assessment of the Hydropower Impact. *Applied Sciences* 2021, 11, 9900. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11219900>
 75. Kraszewski A. & Zdanowski B. (2007) *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca) - a new mussel species in Poland: occurrence and habitat preferences in a heated lake system. *Polish Journal of Ecology* 55 (2): 337-356.
 76. Lee T, Siripattawan S, Ituarte CF, Foighil DO. (2005) Invasion of the clonal clams: *Corbicula* lineages in the New World. *Am Malac Bull*;20:113–122.
 77. Leibold M. A., Holyoak M., Mouquet N., Amarasekare P., et al. (2004) The metacommunity concept: a framework for multiscale community ecology. *Ecology Letters*. Vol. 7: 601–613.
 78. Lajtner J. & Crnčan P. (2011) Distribution of the invasive bivalve *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) in Croatia. *Aquatic Invasions* 6 (1): 119-124.
 79. Legea nr. 440-XIII din 27.04.95 cu privire la zonele și fâșiile de protecție a apelor râurilor și bazinelor de apă, Monitorul Oficial al RM nr.43/482 din 03.08.1995.
 80. Leppäkoski E, Olenin S. (2000) Non-native species and rates of spread: lessons from the brackish Baltic Sea. *Biological Invasions* 2: 151-163.
 81. Leppäkoski, E., S. Gollasch & S. Olenin (eds) (2002) *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
 82. Landolt P., M. Sartori & D. Studemann (1997) *Palingenia longicauda* (Ephemeroptera, Palingeniidae). From mating to the larvulae stage. In: Landolt, P. & M. Sartori, M. (eds): *Ephemeroptera & Plecoptera. Biology–Ecology–Systematics*: 15-20, (Mauron + Tinguely & Lachat, SA) Fribourg.
 83. Li L, Zheng B, Liu L (2010) Biomonitoring and bioindicators used for river ecosystems: definitions, approaches and trends. *Procedia Environ Sciences* 2: 1510-1524.
 84. Linnaeus Carl (1758) *Systema naturae per regna tria naturae :secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis* (in Latin) (10th ed.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

85. Lopes-Lima M., Sousa R., Geist J., Aldridge D.C., Araujo R. et al. (2017) Conservation status of freshwater mussels in Europe: state of the art and future challenges. *Biological Reviews* 92: 572-607.
86. Lyubas A.A., Tomilova A.A., Kondakov A.V., Konopleva E.S. et al. (2023) Phylogeography and Genetic Diversity of Duck Mussel *Anodonta anatina* (Bivalvia: Unionidae) in Eurasia. *Diversity* 15: 260 p.
87. Macadam C.R. (2016) A review of the status of the mayflies (Ephemeroptera) of Great Britain - Species Status No.28. Natural England Commissioned Reports, Number 193.
88. Mahapatra B.B., Das N.K., Jadhav A. et al. (2023) Global freshwater mollusc invasion: pathways, potential distribution, and niche shift. *Hydrobiologia*, DOI: <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05299-z>
89. Málnás K., A. Ambrus, Z. Müller, A.P. Toth & B. Kis (2016) Re-appearance of *Palingenia longicauda* (Olivier, 1791) (Ephemeroptera, Palingeniidae) on the Hungarian Danube section – range recovery of the species at the Rábadistrict. Gyöngyös. *Folia Historico-Naturalia Musei Matraensis* 40: 21-25.
90. Manganelli G., Bodon M., Favilli L., Castagnolo L., Giusti F. (1998) Checklist delle specie della fauna d'Italia, molluschi terrestri e d'acqua dolce. Errata and addenda 1. *Bollettino Malacologico* 33: 151-156.
91. McClain C.R., Boyer A.G. (2009) Biodiversity and body size are linked across metazoans. *Proceedings of the Royal Society*. In: *Biological Sciences* 2009, Vol. 296, no. 1665, p. 2209-2215. DOI:10.1098/rspb.2009.0245.
92. Monitoringul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumar metodic. Red. Toderăș I., Zubcov E., Bilețchi L. Chișinău: Elan poligraf, 2015. 80 p.
93. Motaș C. & M. Băcesco. (1937) Le découverte en Roumanie d'une nymphe d'Ephémère appartenant au genre *Behningia* J. A. Lestage 1929. *Annales Scientifiques de l'Université de Jassy, Seconde Partie, T. XXIV*: 25-29.
94. Mouthon J. (1981) Sur la presence en France et au Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria* 45: 109-116.
95. Munjiu, O.V. (2006) Influența substanțelor nutritive și toxice asupra speciilor dominante de hidrobionți în râul Prut.- PhD thesis. Institute of Zoology, Academy of Sciences of Moldova Chișinău, 120 p.
96. Munjiu O., Shubernetski I. (2008) First record of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) in Moldova. *Aquatic Invasions*. Vol. 3, Issue 4, 2008, p. 441-442.
97. Munjiu O., Shubernetski I. (2010) First record of Asian clam *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) in the Republic of Moldova. *Aquatic Invasions*. Vol. 5, Suppl. 1, 2010, p. 67-70.
98. Munjiu O., Toderăș I., Zubcov E., Bilețchi L., Subernetkii I. (2014) Composition and distribution of benthic macroinvertebrates in the Prut River (2012-2013).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Analele Științifice ale Universității “Alexandru Ioan Cuza” din Iași, Biologie animală 60: 27-34.
99. Munjiu O., Toderas I., Banu V. (2015) Macrozoobentos. In: Monitorungul calității apei și evaluarea stării ecologice a ecosistemelor acvatice. Îndrumarul metodologic. Ch.: p 57-65.
 100. Munjiu O., Toderas I., Banu V. (2015) Sampling of zoobenthos. In: Hydrochemical and hydrobiological sampling guidance. Ch.: p. 18-22.
 101. Munjiu O., Toderas I., Suberneckii I., Ene A., Bilețchi L., Andreev N. (2015) On the status of macrobenthic invertebrates' populations from the Lower Danube. In: Book of Abstracts. International conference “Environmental challenges in Lower Danube Euroregion” June 25 -26th, Galati, Romania, p. 33.
 102. Munjiu O. (2017) Distribution of endangered mayfly *Palingenia longicauda* (Olivier, 1791) (Ephemeroptera, Palingeniidae) on the territory of the Republic of Moldova. *Lauterbornia* 84: p. 39-51.
 103. Munjiu O., Toderas I., Andreev N. (2020) Macrozoobenthos. In: Guidance on the Monitoring of Water Quality and Assessment of the Ecological Status of Aquatic Ecosystems. MEQR, Institute of Zoology; eds: Bilețchi L, Zubcov E. Ch.: Tipografia Centrală, p. 66-69.
 104. Munjiu O., Șubernetkii I., Andreev N., Railean N., Toderas I. (2020) Distribution and Characteristics of the Invasive Alien Species *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) in the Republic of Moldova. In: *Acta Zoologica Bulgarica* 72 (4): 531-538.
 105. Munjiu O. (2021a) Spreading of the invasive species *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) (Decapoda, Palaemonidae) on the territory of the Republic of Moldova https://www.tarimorman.gov.tr/BSGM/Belgeler/Duyurular/7,8,9%20Aral%C4%B1k%202021/Poster%20Session%203/P3.04_10th%20ESENIAS%20and%20DIAS_poster_Munjiu.pdf
 106. Munjiu O. (2021b) The distribution of rare Ponto-Caspian mollusks *Clathrocaspia knipowitschii* (Makarov, 1938) (Gastropoda: Hydrobiidae) on the territory of the Republic of Moldova. *Muzeul Olteniei Craiova. Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii*. Tom. 37, No. 2/2021, p. 61-66, ISSN 1454-691461.
 107. Munjiu O.. (2021c) Endangered freshwater mollusk *Unio crassus* Philipsson, 1788 in the Republic of Moldova. In: 9th European Congress of Malacological Societies, Prague, 5 – 9 September 2021. Book of abstracts, p. 190.
 108. Munjiu O., Andreev N. (2021) Zoobenthos of the Dniester River on the territory of the Republic of Moldova during 2018-2021. In: X-a Conferință Internațională a Zoologilor, Chișinău, 16-17 septembrie. Chișinău: p. 65-69.
 109. Munjiu O., Bușmachi G., Șuleșco T., Șubernetkii I., Toderas I. (2021) Review of Aquatic Arthropods (Phylum Arthropoda) in the Republic of Moldova. *Acta Zoologica Bulgarica* 73 (1): 31-50.
 110. Munjiu O., Șubernetkii I., Bulat Dm., Bulat D., Toderas I. (2023) Distribution of *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1894) (Decapoda, Palemonidae) in the

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Republic of Moldova. Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res. 25.1 (2023), "The Wetlands Diversity", p 41-54.
111. Munteanu-Molotievskiy N., Bacal S., Munjiu O., Moldovan A. (2015) Aquatic beetles' fauna (Coleoptera: Gyrinidae, Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae, Dytiscidae and Hydrophilidae) from the Republic of Moldova. *Marisia. Studii și Materiale, Științele Naturii* 35: 1016-9652.
 112. Nistoreanu V., Munjiu O., Busmachi G., Bulat D., Lian Jenna Wong, Shyama Pagad (2020) "Global Register of Introduced and Invasive Species – Moldova". <https://www.gbif.org/dataset/1aac3463-39ee-4a81-81f0-0a5718b218f3>.
 113. Ogawa Y., Hashimoto H., Kakuda S., Gushima K. (1991) On the growth and life span of the population of oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan) in the Ashida river, *Journal of the Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University*, 30 (1): 43-54. 10.15027/23521.(?)
 114. Pantle R., Buck, H. (1955) Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach* 96: 604-620.
 115. Raport național (Состояние окружающей среды в республике Молдова в период 2007-2010 гг.). http://mediu.gov.md/md/rap_nat/
 116. Paunovic M., Csányi B., Simic V., Stojanovic B. & Cakic P. (2006) Distribution of *Anodonta (Sinanodonta) woodiana* (Lea, 1834) in inland waters of Serbia. *Aquatic Invasions* 1 (3): 154-160.
 117. Peterson A.T., Soberon J., Sanchez-Cordero V. (1999) Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science* 285: 1265-1267.
 118. Petró E. (1984) Occurrence of *Anodonta woodiana woodiana* (Lea, 1834) in Hungary. *Állatani Közlemények* 71: 189-191.
 119. Pfeiffer J.M, Breinholt J.W, Page L.M (2019) Unioverse: a phylogenomic resource for reconstructing the evolution of freshwater mussels (Bivalvia, Unionoida). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 137: 114-126.
 120. PLANUL DE GESTIONARE A DISTRICTULUI BAZINULUI HIDROGRAFIC NISTRU. (План управления Днестровским бассейновым округом, утвержден Постановлением Правительства № 814/2017. lex.justice.md.)
 121. Popa O. & Popa L.O. (2006) *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), *Corbicula fluminea* (O. F. Muller, 1774), *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897) (Mollusca: Bivalvia): alien invasive species in Romanian fauna. *Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle* 49: 7–12.
 122. Pou-Rovira Q., Araujo R., Boix D., Clavero M., Feo C., Ordeix M., Zamora L. (2009) Presence of the alien Chinese pond mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia, Unionidae) in the Iberian Peninsula. *Graellsia* 65 (1): 67–70.
 123. Prisecaru F.S., Tabacaru I., Prisecaru M., Stoica I., Călin M.. (2014) Contributions to a revised species conspect of the Ephemeroptera fauna from Romania (mayfliesyst) *Biologie* 23/2. Universitatea "Vasile Alecsandri" din Bacău 2014: 20-30.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

124. Putshkov V.G., Putshkov P.V. (1996) Heteroptera of the Ukraine: Check list and distribution. Ukrainian Academy of Sciences, Institute of Zoology & Russian Academy of Sciences, Zoological Institute. St. Petersburg, 1996, 109 p.
125. Pusch, M., & Hoffmann A. (2000) Conservation concept for a river ecosystem (River Spree, Germany) impacted by flow abstraction in a large post-mining area. *Landscape and Urban Planning* 51: 165-176.
126. Raport anual. Starea calității apelor de suprafață conform indicelor hidrochimici pe teritoriul Republicii Moldova în anul 2015. Serviciul Hidrometeorologic de Stat. Ch., 2016, 339 p.
127. Rapp C. & Primavesi O., eds. (2020) Aristotle's De Motu Animalium (Symposium Aristotelicum, with Greek Text and English Translation), Oxford University Press, p. 554.
128. Reid A.J, Carlson A.K., Creed I.F., Eliason E.J, Gell P.A, et al. (2018) Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 94(3): 849-873. DOI: <https://doi.org/10.1111/bry.12480>
129. Reischütz P.L. (1998) Vorschlag für deutsche Namen der in Österreich nachgewiesenen Schnecken- und Muschelarten. *Nachrichtenblatt der Ersten Vorarlberger Malakologischen Gesellschaft* 6: 31-44.
130. River Basin Analysis in Prut River Basin Key Area of Republic of Moldova. Prepared by Institute of Ecology and Geography, Academy of Science of Moldova. 2013, 143 p.
131. Regulamentul cu privire la cerințele de calitate a mediului pentru apele de suprafață. 22.11.2013 în *Monitorul Oficial* Nr. 262-267, p. 32-39.
132. Rivers of Europe. Tockner K., Robinson C.T., Zarfl C. (Eds.) (2022) Elsevier, 921 p.
133. Rosenberg D.M. & Resh V.H. (Eds) (1993). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Springer US, Science, 488.
134. Rosenberg G. (2014). A new critical estimate of named species-level diversity of the recent Mollusca. *American Malacological Bulletin*, 32(2), 308-322.
135. Sárkány-Kiss A. (1986) *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) a new species in Romania (Bivalvia, Unionacea). *Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle "Grigore Antipa"* 28: 15-17.
136. Schellenberg A. (1937) Kritische Bemerkungen zur Systematik der Süßwassergammariden. *Zoologische Jahrbücher (Systematik)* 69(5/6): 469-516.
137. Shannon M. H, Stanger-Hall K., Baker R. J. & D. M. Hillis. (2008) All-male asexuality: Origin and maintenance of androgenesis in the Asian clam *Corbicula*, *Evolution* 62(5): 1119-1136. doi:10.1111/j.1558-5646.2008.00344.x
138. Schmutz S. & Sendzimir J., eds. (2019) *Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future (Aquatic Ecology)* , p. 571.
139. Simpson E.H. (1949) Measurement of diversity. *Nature*, Vol. 163, p. 688. <https://www.nature.com/articles/163688a0>.

140. Shelford V.E. (1931) Some Concepts of Bioecology. *Ecology* 12 (3): 455-467. DOI:10.2307/1928991.
141. Skolka M, Gomoiu M-T (2001) Alien invertebrates species in Romanian waters. Ovidius University, Annals of Natural Sciences, Biology - Ecology Series 5: 51–55.
142. Sládeček, V. (1973). System of water quality from the biological point of view. *Archiv für Hydrobiologie Ergebnisse der Limnologie*, 7: 1-218.
143. Smith C.H, Johnson N.A, Pfeiffer J.M, Gangloff M.M. (2018) Molecular and morphological data reveal non-monophyly and speciation in imperiled freshwater mussels (Anodontoides and Strophitus). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 119: 50-62.
144. SM SR EN ISO 8689-1:2011 Calitatea apei. Clasificarea biologică a râurilor. Partea 1: Ghid pentru interpretarea datelor biologice de calitate obținute din studierea macronevertebratelor bentonice.
145. SM SR EN ISO 8689-2:2011 Calitatea apei. Clasificarea biologică a râurilor. Partea 2: Ghid pentru prezentarea datelor biologice de calitate obținute din studierea macronevertebratelor bentonice.
146. SM SR EN ISO 5667-3:2011 Calitatea apei. Prelevare. Partea 3: Ghid pentru conservarea și manipularea probelor de apă.
147. SM SR EN ISO 5667-4:2007 Calitatea apei. Prelevare. Partea 4: Ghid de prelevare a apelor din lacuri naturale și artificiale.
148. Son M.O. (2007a) Invasive mollusks in fresh and brackish waters of Northern Black sea Region. Odessa, 2007, 132 p.
149. Son M.O. (2007b) North American freshwater limpet *Ferrissia fragilis* (Tryon, 1863) (Gastropoda: Planorbidae) – a cryptic invader in the Northern Black Sea Region. *Aquatic Invasions*, Vol. 2, p.5-55.
150. Son M.O., Morhun H., Novitskyi R.O., Sidorovskiy S., Kulyk M., Utevsky S. (2020) Occurrence of two exotic decapods, *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) and *Procambarus virginalis* (Lyko, 2017), in Ukrainian waters. *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*. Issue 421. 1–11. DOI: 10.1051/kmae/2020032.
151. Sousa R., Pilotto F., Aldridge D.C. (2011) Fouling of European freshwater bivalves (Unionidae) by the invasive zebra mussel (*Dreissena polymorpha*). *Freshwater Biology* 56: 867-876. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2427.2010.02532.x>
152. Strayer D.L. (2009) Benthic Invertebrate Fauna, Lakes and Reservoirs. *Encyclopedia of Inland Waters*, p. 191-204.
153. Surugiu V. (2022) The spread of the alien oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) (Decapoda: Palaemonidae) in the lower Danube, with the first record from Romania. *BioInvasions Records* 11(4): 1056–1066, <https://doi.org/10.3391/bir.2022.11.4.23>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

154. Szczyński B. & Godunko R.J. (2008) Catalogue of caddis flies (Insecta: Trichoptera) of Ukraine. Lvov: SMNH NAS Ukraine: 103 p.
155. Șuleșco T.M., Toderas I.C., Toderas L.G. (2013) Annotated Checklist of the Mosquitoes of the Republic of Moldova. Journal of the American Mosquito Control Association 29(2): p. 98-101.
156. Taylor P.D., & Lewis D.N. (2005). Fossil invertebrates. Harvard University Press, 208 p.
157. Teodosiu C., Cojocariu C., Musteret C.P., Dascalescu I.G., Caraene I. (2009) Assessment of human and natural impacts over water quality in the Prut River basin, Romania. "Gheorghe Asachi" Technical University of Iasi, Romania, Environmental Engineering and Management Journal 8 (2009), 6: 1439-1450.
158. Ted von Proschwitz (2006) Faunistical news from the Göteborg Natural History Museum 2005 – snails, slugs and mussels – *Bithynia transsilvanica* (E. A. Bielz) – refound in Sweden – *Sinanodonta woodiana* (Lea) – for Sweden new fresh water mussel. Göteborg Naturhistoriska Museum Årstryck, p. 39-70.
159. Tilman D., Wedin D, Knops J. (1996) Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. Nature 379: 718-720.
160. Tittizer T. & Andrikovics S. (2008) A "new home" for the Tisza mayfly *Palin-genia*.- Danube News, No. 18, vol.10: 5-7.
161. Toderas I., Vladimirov M., Climenco V. (1996) Structura calitativă și indicii productivității comunităților macrozoobentonică ale bazinului fluviului Nistru. Tiras-96. Seminar ecologic Internațional. Lvov-Vadul-lui-Vodă. 9-23 septembrie, Chișinău: Tipografia AȘM, p.27-33.
162. Toderas I., Zubcov E., Bilețchi L. (1998) Rolul moluștelor acvatice în migrația biogenă a stronțului în Nistrul inferior. Tezele Conferinței Internaționale "Problemele conservării biodiversității cursului medial și inferior al fluviului Nistru". Chișinău, 6-7 noiembrie: SE Biotica, p. 165-167.
163. Toderas I., Zubcov E., Bilețchi L., Zubcov N. (1999) Rolul funcțional al populațiilor nevertebratelor bentonice în migrația biogenă a microelementelor. În: Anale Științifice ale Universității de Stat din Moldova. Chișinău, p.137-140.
164. Toderas I., Vicol M., Munteanu A., Zubcov N., Vladimirov M., Chiriac I., Usafii M., David A. (2000) Starea actuală și modificările posibile în componența diversității faunistice din Republica Moldova în rezultatul eventualelor schimbări climaterice. Schimbarea climei, cercetări, studii, soluții. Chișinău, p. 53-60.
165. Toderas I., Vladimirov M., Breahnă A. (2003) Diversitatea specifică și indicii cantitativi ai moluștelor bivalve (Mollusca Bivalvia) în ecosistemele acvatice din Republica Moldova. Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Științe biologice, chimice și agricole, nr. 1(290), p. 85-88.
166. Toderas I., Vladimirov M., Vicol M., Usafii M., Climenco V., Obadi S. (2006) Presul antropoc asupra hidrofaunei și productivității piscicole a ecosistemelor acvatice ale Moldovei. Diversitatea, valorificarea rațională și protecția lumii animale. Ch.: p. 282-286.

167. Toderăș I.C., Reva V.A., Chiroșca V.V. (2006a) Polimorfismul moluștelor genului *Dreissena* (Mollusca, Bivalvia) din bazinul hidrografic al fluviului Nistru. Buletinul Academiei de Științe. a Moldovei, nr. 1(298). Chișinău, p. 134-138.
168. Toderăș I.C., Vladimirov M.Z., Neculiseanu Z.Z. (2007) The Animal World of Moldova. Volume 1. Nevertebrate. Chișinău: Știința, 200 p.
169. Tomović J., Zorić K., Simić V., Kostić M., Kljajić Z., Lajtner J., Paunović M. (2013) The first record of the Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) in Montenegro. Archives of Biological Sciences 65 (4): 1525-1533.
170. Townsend C. R. (1996) Concepts in river ecology: pattern and process in the catchment hierarchy // Arch. Hydrobiol. Suppl. 113. Large Rivers. 10: 3–21.
171. Transboundary Diagnostic Analysis of the Dniester River Basin. (2019) Dniester Commission. OSCE, Chisinau – Kyiv, 156 p. https://drive.google.com/file/d/1_EohwFL-prbz_LV_MB__tZ7VGIkxYfF2/view
172. Urbanič G., Waringer J., Graf W. (2003) The larva and distribution of *Psychomyia klapalek* Malicky, 1995 (Trichoptera: Psychomyiidae). Lauterbornia 46: 135-140.
173. Vayssière A. (1882). Recherches sur l'organisation des larves des Ephémérides. Ann. Sci. Nat. (6): Zool. 13 (1): 1–137.
174. Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W. et al. (1980) The River Continuum Concept. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 37. 130–137.
175. Vaughn C.C. (2018). Ecosystem services provided by freshwater mussels. Hydrobiologia 810: 15-27.
176. Verdonschot P.F., Nijboer R.C. (2004) Testing the European stream typology of the Water Framework Directive for macroinvertebrates. Hydrobiologia 516: 35–54, DOI: <https://doi.org/10.1023/B:HYDR.0000025257.30311.b7>
177. Vincent Prié, Alain Danet, Alice Valentini, Manuel Lopes-Lima, Pierre Taberlet, Aurélien Besnard, Nicolas Roset, Olivier Gargominy, Tony Dejean (2023) Conservation assessment based on large-scale monitoring of eDNA: Application to freshwater mussels. Biological Conservation, Vol. 283. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110089>.
178. Vorosmarty C. J., McIntyre P. B., Gessner M. O., Dudgeon D. et al. (2010) Global threats to human water security and river biodiversity. Nature, vol. 468 (7321): 334-334.
179. Waringer J. & Graf W. (2011) Atlas of Central European Trichoptera Larvae. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468 p.
180. Watters G.T. (1997) A synthesis and review of the expanding range of the Asian freshwater mussel *Anodonta woodiana* (Bivalvia: Unionidae). Veliger 40: 152-156.
181. Wesselingh F.P., Neubauer T.A., Anistratenko V.V., Vinarski M. et al. (2019). Mollusc species from the Pontocaspian region – an expert opinion list. ZooKeys 827: 31-124.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

182. Williamson M.H. & A. Fitter (1996) The character of successful invaders. *Biological conservation* 78: 163-172.
183. Witkowski Z.J., W. Król & W. Solarz (Eds) (2003): Carpathian list of endangered species. - WWF and Institute of Nature Conservation, Polish Academy of Sciences, 64 p.
184. Wong J.T.Y. & McAndrew B.J. (1990) Selection for larval freshwater tolerance in *Macrobrachium nipponense* (De Haan) In: *Aquaculture*. Volume 88, Issue 2, p. 151-156. DOI: 10.1016/0044-8486(90)90290-4
185. Zhang, Z.-Q. (Ed.) (2013) *Animal Biodiversity: An Outline of Higher-level Classification and Survey of Taxonomic Richness*. *Zootaxa*, 3703, 1–82.
186. Zheng X-Z., Chen W.-J. & Guo Z.-L. (2019) The genus *Macrobrachium* (Crustacea, Caridea, Palaemonidae) with the description of a new species from the Zaomu Mountain Forest Park, Guangdong Province, China, *ZooKeys* 866: 65-83 DOI: <https://doi.org/10.3897/zookeys.866.32708>
187. Zhmud M.Ye., Yuryshynets V.I., Liashenko A.V., Zorina-Sakharova K.Ye., Abramiuk I.I. (2022) The first record of oriental river prawn *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849 in De Haan, 1833-1850) (Decapoda: Palaemonidae) in the Ukrainian part of the Danube Delta. *BioInvasions Records* 11(1): 192-198.
188. Zubcov E. (1999) Legitimitatea migrației biogeochimice și rolul microelementelor în funcționarea ecisistemelor acvatice ale Moldovei. Autoreferat al tezei de doctor habilitat în științe biologice. Chișinău, 36 p.
189. Zubkova E.I. (2008) Dynamics of the main ions and mineralization of the water of the Kuchurgan reservoir-cooler of the Moldavskaya GRES. In: *Proceedings of the International Conference “Management of the Transboundary Dniester River Basin and the Water Framework Directive of the European Union”*. Chisinau, October 2-3, 2008, p. 378-382.
190. Zubcov E., Ungureanu L., Toderaș I., Bilețchi L., Bagrin N. (2014). Hydrobiocenosis State of the Prut River in the Sculeni-Giurgulesti Sector. In: Duca G. (ed.): *Water Science and Tehnology Library. Management of Water Quality in Moldova*. Springer, Vol. 69: 97–156.
191. Zubcov E., Bagrin N., Borodin N., Jurminskaia O. (2014) Динамика физико-химических параметров воды реки Днестр. В: *Гидроэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья. V Международная научно-практическая конференция, Тирасполь, 14 ноября 2014, с. 95-97.*
192. Zubcov E.; Bagrin N.; Andreev N.; Bilețchi L.; Zubcov N. (2019) Long-term dynamics of mineralization and main ions in the water of the Dniester. In: *Hydropower impact on river ecosystem functioning. Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019, p. 130-134. [In Russian]*.
193. Абакумов В.А. (1983). *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений*. Л.: Гидрометеиздат, 239 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

194. Абакумов В.А. (1992) Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб: Гидрометеиздат, 318 с.
195. Алимов А.Ф. (1981) Функциональная экология двустворчатых моллюсков. Ленинград: Наука, 248 с.
196. Алимов А.Ф. (1989) Введение в продукционную гидробиологию. Ленинград: Гидрометеиздат, 152 с.
197. Алимов А.Ф. (2000) Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 142 с.
198. Алимов А.Ф., Богуцкая Н.Г. (2004) Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. КМК, Москва – Санкт-Петербург, 436 с.
199. Алимов А.Ф. (2006) Роль биологического разнообразия в экосистемах В: Вестник Российской Академии наук, 2006, Т. 76, № 11, с. 989-994.
200. Алимов А. Ф., Богатов В. В., Голубков С. М.. (2013) Продукционная гидробиология – Санкт-Петербург: Наука, 343 с.
201. Андреев А.В. (2011) Факторы вероятных будущих изменений (суб)природных экосистем в связи с изменением климата. В: Трансграничное сотрудничество в адаптации бассейна Днестра к изменению климата. Сборник научных статей. Кишинев: Eco-TIRAS, с. 8-21.
202. Бакаева Е. Н., Никаноров А. М. (2006) Гидробионты в оценке качества вод суши. Москва, 236 с.
203. Бевза Г.Г. (1983) Водные ресурсы – национальное достояние. Кишинев: «Штиинца», 142 с.
204. Бевза Г.Г., Висковатов Ю.И., Дискаленко А.П. Мунтян Е.Н., Фельдман Е.У. (1969) Гидролого-гигиеническая характеристика Днестра и Прута в пределах Молдавской ССР. Киев, 169 с.
205. Бенинг А.Л. (1939) Понто-Каспийские элементы в р. Днестр. Русский гидробиологический журнал, 1939, Т. VII, с. 10–12.
206. Берг Л.С. (1931) Ландшафтно-географические зоны СССР. Часть 1. М., Л.: Сельхозгиз, 402 с.
207. Берг Л.С. (1952) Географические зоны Советского Союза. Том 2. Москва: Географгиз, 511 с.
208. Бирштейн Я.А. (1935) К вопросу о происхождении морских ракообразных в реках Понто-Каспийского бассейна. Зоологический журнал, Том 14., № 4., с. 749-761.
209. Бирштейн Я.А. (1949) Некоторые проблемы происхождения и эволюции пресноводной фауны. Успехи современной биологии, Том. 27, № 1., с. 119-140.
210. Бирштейн Я.А., Виноградов Л.Г., Кондаков Н.Н., Кун М.С., Астахова Т.В., Романова Н.Н. (1968). Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищевая промышленность (Всесоюзный научно-исследовательский институт Морского рыбного хозяйства и океанографии), 412 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

211. Богатов В.В., Саенко Е.М. (2002) История изучения Anodontinae и Pseudanodontinae российского Дальнего Востока. Бюллетень Дальневосточного малакологического общества, Выпуск 6., с. 102-114.
212. Брагинский Л.П. (1985) Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности. Гидробиол. журн. Т. 21. № 6. С. 65-74.
213. Буруковский Р.Н. (1974) Определение креветок, langoustes и омаров. Москва: Пищевая промышленность, с. 117.
214. Бучинский П. (1915) Экскурсия по Днестру в 1914 г. Записки Общества Подольских испытателей и любителей природы. Каменец-Подольск, Том 3, с. 217–235.
215. Бызгу С.Е., Дымчишина-Кривенцова Т. Д., Набережный А.И., Томнатик Е.Н., Шаларь В.М., Ярошенко М.Ф. (1964) Дубоссарское водохранилище М.: Наука, 230 с.
216. Владимиров М.З. (1975) Влияние промышленно-бытового загрязнения на распределение, численность и биомассу высших ракообразных Дубоссарского водохранилища. В: Биологические ресурсы водоемов Молдавии, Выпуск XIII. Кишинев: Штиинца, с. 143 - 154.
217. Владимиров М.З., Бызгу С.Е., Тодераш И.К. (1976) О роли моллюсков-сфебриид и мирных личинок хирономид в процессах самоочищения воды. Изв. АН МССР. Серия биол. я хим. наук, № 3, с. 84-86.
218. Владимиров М.З. (1977) Зообентос. В: Загрязнение и самоочищение Дубоссарского водохранилища.-Кишинёв: Штиинца, с. 177-199.
219. Владимиров М.З. (1980) Зоомакробентос Нижнего Днестра в условиях воздействия комплекса антропогенных факторов. В: Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование. Кишинев: Штиинца, с. 143-152.
220. Владимиров М.З. (1981). Состояние популяций интродуцированных в водоемы Молдавии некоторых видов высших ракообразных лиманно-каспийской фауны. В: Комплексное использование водоемов Молдавии. Кишинев, с.157-161.
221. Владимиров М.З. (1983) Отряд Ephemeroptera. В: Ярошенко М.Ф. (ред.): Животный мир Молдавии. Кишинев: Штиинца, с. 24-28.
222. Владимиров М.З. (1984) Мшанки, моллюски, членистоногие. В: Ярошенко М.Ф. (ред.): Серия "Животный мир Молдавии". Кишинев: Штиинца, стр. 31-45.
223. Владимиров М.З. (1986) Влияние термофикации водоемов-охладителей ТЭС на количественное развитие теплолюбивых каспийских видов зообентоса. В: Современное состояние экосистемы реки и водохранилища бассейна Днестра. Кишинев: Штиинца, с. 60-67.
224. Владимиров М.З., Тодераш И.К. (1988) Качественный состав и количественное развитие макрозообентоса. В: Зеленин А.М. (ред.): Биопродукци-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- онные процессы в водоемах-охладителях теплоэлектростанций. Кишинев: Штиинца, с. 130-138
225. Владимиров М.З. (1989) Новые сведения о пресноводном малощетинковом черве *Branchiura sowerbyi* Европейской части СССР. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 2. Кишинев, с.73-74.
226. Владимиров М.З., Тодераш И.К., Чорик Ф.П. (1989) Восточная речная креветка *Macrobrachium nipponense* (de Naan) – новый элемент гидрофауны Кучурганского водохранилища. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 1. Кишинев, с.77-78.
227. Владимиров М.З., Тодераш И.К. (1990) Видовая структура и количественное развитие бентоса. В: Экосистема Нижнего Днестра в условиях усиленного антропогенного воздействия. Кишинев: Штиинца, с. 169-177.
228. Владимиров М.З., Тодераш И.К. (2001) Спектр питания массовых видов рыб в некоторых водных экосистемах бассейна Днестра и степень использования кормовых ресурсов зообентоса. В: Академику Л. С. Бергу – 125 лет: Сборник научных статей. Бендеры, с.62-65.
229. Гонтя Ф.А. (1985) Малакофауна водоемов Днестра. Автореферат диссертации канд. биол. наук. Кишинев, 22 с.
230. Гребельный С.Д. (2008) Клонирование в природе, роль остановки генетической рекомбинации в формировании фауны и флоры. Санкт-Петербург: Издательство Зоологического института РАН, 288 с.
231. Гримальский В.В., Мушинский В.Г. (1973) Формирование биоценозов малых водоемов центральной зоны Молдавии. В: Ярошенко М.Ф. (ред.): Биологические ресурсы водоемов Молдовы. Кишинев: Штиинца, с. 41–52.
232. Гримальский В.Л. (1949) Гидробиология Приднестровских озер западных районов Молдавской ССР и их рыбохозяйственная мелиорация. Труды Кишиневского сельскохозяйственного института, с. 293-313.
233. Гримальский В.Л. (1950) Гидробиологические исследования в Молдавии, их цель и задачи. Научные записки Молдавского филиала АН СССР, Том III, с. 74—83.
234. Дедю И.И. (1967) Амфиподы и мизиды бассейнов рек Днестра и Прута. Москва: Наука, 172 с.
235. Дедю И.И. (1980) Амфиподы пресных и солоноватых вод юго-запада СССР. Кишинев Штиинца. 224 с.
236. Дедю И.И., Вальковская О.И. (1961) Материалы к фауне рипали р. Прут. В: Вопросы гидробиологии и ихтиологии водоёмов Молдавии. Кишинев, с. 19-23.
237. Жадин В.И. (1929) Заметка о моллюсках из Днестра. Русский гидробиологический журнал, Том VIII, 6-7: с. 192.
238. Жадин В.И. (1952) Моллюски пресных и солоноватых вод СССР. В: Определители по фауне СССР. Москва-Ленинград: Издательство АН СССР, 346 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

239. Жадин В.И. (1938) Фауна СССР. Моллюски. Том IV. Выпуск 1. М.-Л.: Издательство АН СССР, 170 с.
240. Животный мир Молдавии. Мшанки, моллюски, членистоногие (ред. М.Ф. Ярошенко). Кишинев: Штиинца, 1984, 302 с.
241. Загрязнение и самоочищение Дубоссарского водохранилища (ред. Ярошенко М.Ф). Кишинев: Штиинца, 1977, 220 с.
242. Заика В.И. (1983) Сравнительная продуктивность гидробионтов. Киев: Наукова думка, 205 с.
243. Затравкин М.Н., Богатов В.В. (1987) Крупные двустворчатые моллюски пресных вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: Изд-во ДВО АН СССР, 153 с.
244. Зеленин А.М. (ред.) Биопродукционные процессы в водоемах-охладителях теплоэлектростанций. Кишинев: Штиинца, 1988, с. 272.
245. Зубкова Е., Тодераш И. (1983) Роль основных видов зообентоса Кучурганского водохранилища в накоплении меди, никеля и марганца. В: Охрана природы в условиях интенсивной химии сельскохозяйственного производства. Тезисы докладов. Кишинёв, с. 134-136.
246. Зубкова Е.И., Тодераш И.К., Остроумов С.А., Билецки Л.И., Мунжиу О.В, Шубернецкий И.В., Бреахнэ А.И. (2007) Значение моллюсков в биогенной миграции металлов и влияние металлов на жизнь донных гидробионтов. В: Probleme actuale ale protecției și valorificării durabile a diversității lumii animale. Chișinău, p. 200-202.
247. Зубков Е., Багрин Н., Андреев Н., Зубков Н., Бородин Н. (2019) Воздействие гидростроительства на сток взвешенных веществ Днестра. В: Hydropower impact on river ecosystem functioning: Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019, p. 135-139.
248. Зубков Е., Багрин Н., Андреев Н., Билецкая Л., Зубков Н. (2019) Многолетняя динамика минерализации и главных ионов в воде Днестра. В: Hydro-power impact on river ecosystem functioning: Proceedings of the International Conference, Tiraspol, Moldova, October 8-9, 2019, с. 130134.
249. Иванов Б.Г., Старобогатов Я.И. (1974) Субтропическая пресноводная креветка *Macrobrachium nipponense* (Palaemonidae) в водоемах Московской области. Экология, № 6, с.83-85.
250. Карлов В.И., Владимиров М.З., Тодераш И.К., Чорик Ф.П., Крепис О.И. (1988) Биопродукционный потенциал Кучурганского водохранилища-охладителя и рекомендации по его рыбохозяйственному использованию. В: Биопродукционные процессы в водоемах-охладителях теплоэлектростанций. Кишинев: Штиинца, с. 235-244
251. Качалова О.Л. (1987) Ручейники (Trichoptera). Определитель насекомых европейской части СССР. Том 4. Часть 6. Л.: Наука, 200 с.
252. Константинов А.С. 1986. Общая гидробиология. М., 472 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

253. Кулеш В.Ф. (2013) Биологические основы тепловодной аквакультуры промысловых ракообразных. Диссертация. Минск. 312 с.
254. Кутикова Л.А., Старобогатов Я.И. (1977) Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л., 510 с.
255. Лебедев Н.Д. (1915) Материалы к фауне моллюсков Днестра. Труды Бессарабского общества естествоиспытателей. Том II.
256. Лепнёва, С.Г. (1964) Ручейники. Личинки и куколки Подотряда Кольчатощупиковых (Annulipalpia). Фауна СССР. Том 2. Выпуск 1. М.- Л.: Наука, 570 с.
257. Лепнёва С.Г. (1966) Ручейники. Личинки и куколки Подотряда Цельнощупиковых (Integripalpia). Фауна СССР. Том 2. Выпуск 2. М.- Л.: Наука, 563 с.
258. Лобченко В. (1999) Интродукция, акклиматизация и проблемы биоразнообразия реки Днестр. В: Proceedings of the International Conference "Biodiversity Conservation of the Dniester River Basin", October 7-9, 1999. Chisinau: ВІОТІСА, р. 130–131.
259. Макаров А.К. (1938) Распространение некоторых ракообразных (Mysidacea, Cumacea) и лиманных моллюсков в устьях и открытых лиманах Северного Причерноморья. Зоологический журнал 17(6): 1055-1062.
260. Мартынов А.В. (1924) К познанию реликтовых ракообразных бассейна Нижнего Дона, их этологии и распространения. Ежегодник Зоол. музея АН. Том 25, с. 1–115.
261. Мейер А.К. (1794) Повественное землемерное и естествословное описание Очаковской земли. Санкт-Петербург, 203 с.
262. Миллер Э., Зубовский Н. (1917) Материалы по энтомологической фауне Бессарабии. Труды Бессарабского общества естествоиспытателей и любителей естествознания. Том 6. Кишинев, с. 119-150.
263. Мордухай-Болтовской Ф.Д. (ред). Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Т. 1: Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. Киев: Наукова думка, 1968, 440 с.
264. Мордухай-Болтовской Ф.Д. (ред) Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Т. 2: Ракообразные. Киев: Наукова думка, 1969, 536 с.
265. Мордухай-Болтовской Ф.Д. (ред). Определитель фауны Чёрного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. Т. 3: Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. Киев: Наукова думка, 1972, 340 с.
266. Мунжиу О.В. (2012) Современный видовой состав пресноводных моллюсков Молдовы. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы IV Международной научно-практической конференции. Тирасполь: Изд-во Приднестровского университета, 2012, с.205-207.
267. Мунжиу О. (2019) К вопросу о влиянии ГЭС на зообентос реки Днестр на территории Молдовы. In: Hydropower impact on river ecosystem functioning:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Proceedings of the International Conference. Tiraspol, 2019, с. 243 – 246. ISBN 978-9975-56-690-2.
268. Мунжиу О. (2020) Поденки реки Днестр на территории Республики Молдова (2015-2019). In: EU Integration and Management of the Dniester River Basin: Proceedings of the International Conference. Chişinău, 2020, p. 224-227.
269. Мунжиу О., Багрин Н., Бородин Н. (2020) Новый вид поденок *Ephemera lineata* Eaton, 1870 для фауны Республики Молдова. Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei. Ştiinţele vieţii. Nr. 3(342), 2020, p. 120-127.
270. Мунжиу О.В. (2021) Исследование зообентоса реки Балцата, притока реки Днестр. В: Академику Л. С. Бергу - 145 лет. Сборник научных статей. Бендеры: Eco-TIRAS, с. 418-422.
271. Мунжиу О.В. (2021) К вопросу о разнообразии амфибионтных насекомых в притоках реки Днестр на территории Республики Молдова. В: Биоразнообразие и рациональное использование природных ресурсов: Материалы докладов IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Махачкала, с.76-78. ISBN 978-5-00128-094-1.
272. Мунжиу О. (2022) Ручейники (Trichoptera) реки Днестр на территории Республики Молдова (2015–2022). In: Transboundary Dniester River basin management and EU intergaration – step by step: Proceedings of the International Conference, Chisinau, October 27–28, 2022. Chisinau: Eco-TIRAS, 2022, p. 180-184.
273. Мунжиу О.В., Шубернецкий И.В. (2013) Видовое разнообразие гидробионтов среднего участка р. Днестр в 2012 году. În. Managementul bazinului transfrontalier Nistru în cadru noului acord bazinal: Materialele Conferinţei Internaţionale. Chişinău: Eco-TIRAS, 2013, p. 281–285.
274. Мунжиу О., Шубернецкий И., Бану В. (2014) Биоразнообразие, численность и биомасса личинок поденок (Ephemeroptera) реки Прут в 2012-2014. In: Sustainable use and protection of animal world diversity. International Symposium dedicated to 75 th anniversary of Professor Andrei Munteanu. Book of Abstract. Chisinau, 2014, p. 223-224.
275. Мунжиу О.В., Тодераш И.К., Шубернецкий И.В., Райлян Н., Филиппенко С.И. (2014) Современное состояние популяций чужеродных видов моллюсков в бассейне р. Днестр. В: Геоэкологические и биоэкологические проблемы Северного Причерноморья: Материалы V Международной научно-практической конференции. Тирасполь: Изд-во Приднестровского университета, 2014, с. 179-184.
276. Мунжиу О.В., Зубков Е.И., Тодераш И.К., Шубернецкий И.В, Бану В. (2016) Оценка видового состава и продукции сообществ макробеспозвоночных Дубоссарского водохранилища. В: Академику Л.С. Бергу - 140 лет. Сборник научных статей. Бендеры, 2016, с. 452-456.
277. Мунжиу О.В., Тодераш И.К., Шубернецкий И.В. (2017) Исследование зообентоса реки Днестр на территории Молдовы в 2016 году. In: Transbounda-

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ry Dniester river basin management: platform for cooperation and current challenges: roceedings of International Conference. Tiraspol: Eco-TIRAS, 2017, p. 269-273.
278. Мунжиу О.В., Бушмакиу Г.Н., Тодераш И.К., Шубернецкий И.В. (2018) Новые виды беспозвоночных на территории Республики Молдова. В: Биоразнообразии и рациональное использование природных ресурсов: Материалы докладов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Махачкала: ДГПУ 453.:128-131. ISBN 978-5-907060-03-6.
279. Мушинский В.Г. (1970). Зообентос некоторых малых водохранилищ Молдавии. В: Гидробиологическое и рыбохозяйственное изучение водоемов Молдовы. Кишинев: Штиинца, р. 109–114.
280. Мушинский В.Г. (1972) Эколого-систематическая характеристика зообентоса реки Прут. В: Кожокару Е.В. (ред.): Биология и биотехнология выращивания растительноядных рыб. Кишинев: Штиинца, р. 156-181.
281. Николаева Л., Денисов Н., Новиков В. (2011) Изменение климата в Восточной Европе. Беларусь, Молдова, Украина. Zoï environment network, 2011, 60 с.
282. Одум Ю. (1975) Основы экологии. М.: Мир, 740 с.
283. Орлова М.И. (2010) Биологические инвазии моллюсков в континентальных водах Голарктики. Автореф. дисс. докт. биол. наук. СПб, 47 с.
284. Остроумов А.А. (1897) О гидробиологических исследованиях в устьях южнорусских рек в 1896 году. Известия Академии Наук VI, 4: 343-362.
285. Павловский Е.Н., Лепнева С.Г. (1948) Очерки из жизни пресноводных животных. Л.: Советская наука, 459 с.
286. Панкратова В.Я. (1983) Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР. Л.: Наука, 295 с
287. Панкратова В.Я. (1970) Личинки и куколки комаров подсемейства Orthocladiinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 344 с.
288. Попова А.Н. (1953) Личинки стрекоз фауны СССР (Odonata). Определители по фауне СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 236 с.
289. Прендель Р. (1923). Пиявки плавней Днестра. Ежегодник зоологического Музея Российской АН. Том XXIV.
290. Протасов А.А. (2002). Биоразнообразии и его оценка. Концептуальная диверсиконология. Киев, 105 с.
291. Протасов А.А. (2010) Перифитон как экотопическая группировка гидробионтов. Journal of Siberian Federal University. Biology 1 (2010/3), с. 40-56.
292. Романенко В.Д. (2004) Основы гидроэкологии. Киев: Генеза. 664 с.
293. Семенченко В.П. (2004) Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: Изд-во "Орех", 125 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

294. Скальская И.А. (2002) Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск. 256 с.
295. Старобогатов Я.И. (1970) Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. Л.: Наука, 372 с.
296. Степаненко К.В. (2007) Рост, развитие ремонтного молодняка и яичная продуктивность уток несущек при использовании минерально-белковой муки из дрейссены. Автореферат. www.dongau.ru/poster.htm
297. Степанок Н.А. (2014) Креветка восточная речная рода *Macrobrachium* в нижнем течении реки Днестр. Гидробиологический журнал. Том 50, № 2, с. 117-120.
298. Супрунович А.В., Макаров Ю.Н. (1990) Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки. Киев: Наукова думка, 264 с. ISBN 5-12-001611-1
299. Тодераш И.К. (1979) Энергетический баланс личинок хирономид. В: Общие основы изучения водных экосистем. Ленинград, 1979, с. 31-42.
300. Тодераш И.К. (1983a) Отряд Веснянки - Plecoptera. Животный мир Молдавии. Мшанки, моллюски, членистоногие. Под ред. М.Ф. Ярошенко. Кишинев: Штиинца, 1984, с. 44-46.
301. Тодераш И.К. (1983b) Отряд Ручейники - Trichoptera. Животный мир Молдавии. Мшанки, моллюски, членистоногие. Под ред. М.Ф. Ярошенко. Кишинев: Штиинца, 1984, с. 196-198.
302. Тодераш И.К. (1984) Функциональное значение хирономид в экосистемах водоемов Молдавии. Кишинев: Штиинца, 170 с.
303. Тодераш И.К. (1991) Общие основы оценки функционального значения популяций водных животных в экосистемах континентальных водоемов: Автореф. дис. докт. биол. наук. Л., 47 с.
304. Тодераш И.К., Владимиров М.З., Костин Л.К. (1975) Оценка степени загрязнения Дубоссарского водохранилища по индексам сапробности зообентоса. Материалы IX конференции Молодых ученых Молдавии. Кишинев, с. 178-179.
305. Тодераш И.К., Владимиров М.З. (1990) Функциональное значение зообентоса в экосистеме. В: Экосистема Нижнего Днестра в условиях усиленного антропогенного воздействия. Кишинев: Штиинца, с. 177-181.
306. Тодераш И.К., Зубкова Е.И. (1986) Роль популяции *Dreissena polymorpha* Pallas в биогенной миграции микроэлементов в экосистемах Нижнего Днестра и Кучурганского водохранилища. В: Современное состояние экосистем рек и водохранилищ бассейна Днестра. Кишинев: Штиинца, с. 138-144.
307. Тодераш И.К., Владимиров М. З. (1987) Функциональное значение популяции *Dreissena polymorpha* в биологических процессах водоемов Молдавской ССР. Моллюски. Результаты и перспективы их исследований: 8-е Всесоюзное совещание по изучению моллюсков. Автореф. доклада.. Ленинград, 1987, с. 445-446.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

308. Годераш И.К., Зубкова Е.И. (1988) Функциональное значение популяций массовых видов зообентоса в циклах биогенной миграции микроэлементов. В: Биопродукционные процессы в водохранилищах-охладителях ТЭС. Кишинев: Штиинца, с. 149-164.
309. Тромбицкий И.Д., Коробов Р. М. (ред.) Трансграничное сотрудничество в адаптации бассейна Днестра к изменению климата. Сборник научных статей. Кишинев: Есо-TIRAS, 2011. 224 с.
310. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III: Методы биологического анализа вод. М.: СЭВ, 1983, 227 с.
311. Филипенко С.И. (1999) Современное состояние донной фауны Кучурганского водохранилища в условиях изменения режима работы Молдавской ГРЭС. В: Сохранение биоразнообразия бассейна Днестра: Материалы Международной конференции. Кишинев, 1999, с. 240-243.
312. Филипенко С.И., Лейдерман А.И. (2006) Динамика развития популяции дрейссены в Кучурганском водохранилище-охладителе Молдавской ГРЭС. В: Академику Л.С. Бергу – 130 лет: Сборник научных статей. Бендеры: Есо-TIRAS, 2006, с. 116–118.
313. Филипенко С.И., Мустья М.В. (2016) О первой находке грязевого краба *Rhithropanopeus harrisi* (Maitland, 1874) в Приднестровье. В: Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Материалы V Международной научной конференции. Минск: БГУ, с. 397-398.
314. Филипенко С.И. (2014) О появлении пресноводной восточной креветки *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) в реке Днестр. In: Sustainable use and protection of animal world diversity: International Symposium dedicated to 75th anniversary of Professor Andrei Munteanu. Chişinău: AŞM, p. 206-207.
315. Харченко Т.А. (1995) Дрейссена: ареал, экология, биопомехи. Гидробиологический журнал, 1995, Том 3, № 3, с.3-21.
316. Цалолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 1. Низшие беспозвоночные. СПб.: Наука, 1994, 394 с.
317. Цалолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 2. Ракообразные. СПб.: Наука, 1995, 627 с.
318. Цалолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 3. Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1996, 439 с.
319. Цалолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 4. Двукрылые насекомые. СПб.: Наука, 2000. 997 с.
320. Цалолихин С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 5. Высшие насекомые. СПб.: Наука, 2001, 836 с.
321. Цалолихин, С.Я. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных стран. Том 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука, 2004, 528 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

322. Чернова О.Я. Отряд Ephemeroptera – поденки. Определитель насекомых Европейской части СССР. М.-Л.: Наука, 1964, Том 1, с. 110-136.
323. Чернявский В.И. (Czerniavsky) (1882) Монография мизид, преимущественно Российской Империи. Труды Спб. общества естествоиспытателей. Часть 1, 170 с. Часть 2, 85 с.
324. Чертопруд М.В. (1999) Мониторинг загрязнения водоемов по составу макробентоса. Методическое пособие. М.: Ассоциация по химическому образованию. 17 с.
325. Чертопруд М.В. (2002) Модификация индекса сапробности Пантле-Букка для водоемов Европейской России. Водные ресурсы, 2002 Том 29, No 3, с. 337–342.
326. Чорик Ф.П., Карлов В.И., Владимиров М.З., Бодареу Н.Н., Горбатенький Г.Г. (1992) Рекомендации по биомелиорации и повышению рыбопродуктивности Дубэсарского водохранилища. Кишинев: АН РМ, 1992, 12 с.
327. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. (2003) Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 463 с.
328. Шубернецкий И.В. (2008) Фауна макробеспозвоночных верхней части среднего Днестра в условиях современного гидрологического режима. В: Академику П.М. Жуковскому – 120 лет: Сборник научных статей. Кишинев, с. 133-135.
329. Юришинец В.И., Корнюшин А.В. (2001) Новый для фауны Украины вид двустворчатых моллюсков *Sinanodonta woodiana* (Bivalvia, Unionidae), его диагностика и возможные пути интродукции. Вестник зоологии 2001, Том 35, № 1, с. 79–84.
330. Ярошенко М.Ф., Дедю И.И., Кубрак ИФ, Зеленин АМ. (1965) Итоги и перспективы акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных в водоемах Молдавии. В: Совещание по итогам и перспективам акклиматизации рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. Тезисы, 1965, с. 24-26.
331. Ярошенко М.Ф. (1964) Формирование донной фауны водоемов Молдавии. В: Биологические ресурсы водоемов Молдовы (под ред. Ярошенко М.Ф.). Кишинев: Штиинца, с. 98–102.
332. Ярошенко М.Ф. (ред.) (1973). Кучурганский лиман–охладитель Молдавской ГРЭС. Кишинев: Штиинца, 207 с.
333. Ярошенко М.Ф. (1950) Рыбохозяйственное значение пойменных водоемов Днестра и меры по их улучшению. В: Научные записки Молдавского филиала АН СССР. Том 3, с. 53-79.
334. Ярошенко М.Ф. (1970) Олигохеты водоемов бассейна реки Днестр. Биологические ресурсы водоемов Молдавии. Вып. 6. Кишинев: Изд. АН МССР, с. 76-96.
335. Ярошенко М.Ф. (1973) Донная фауна лимана-охладителя. В: Кучурганский лиман-охладитель Молдавской ГРЭС, с. 101-115.
336. Ярошенко М.Ф. (1957) Гидрофауна Днестра. М.: Изд-во АН СССР, 169 с.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

337. Ярошенко М.Ф., Дедю И.И. (1962) Роль Понто-Каспия в формировании донной фауны бассейна реки Днестр. Биологические ресурсы водоемов Молдавии, 1962 Вып. 1. Кишинев: Карта Молдовеняске..
338. 100 of the World's Worst Invasive Alien Species List – iNaturalist: <https://www.inaturalist.org/projects/iucn-100-worst-invasive-species?tab=species>
339. 100 of the Worst Invasive Species of Europe: <http://www.europe-aliens.org/default.do>
340. Red Data Book of Ukraine (2009) <https://redbook-ua.org/>
341. Global Register of Introduced and Invasive Species: <https://griis.org/>
342. <http://yugniro.in.ua> (ЮГНИРО)
343. <https://news.un.org/ru/story/2022/05/1424352>
344. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/ecoregions-for-rivers-and-lakes>
345. <https://old.meteo.md/mold/nov06022013.htm>
346. https://environment.ec.europa.eu/topics/water/water-framework-directive_en
347. <https://www.marinespecies.org/amphipoda>
348. World Meteorological Organization: <https://news.un.org/en/story/2023/08/1139527>

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Таксономический состав бентосных беспозвоночных
в водоемах Республики Молдова,
(2007-2023): Mollusca, Crustacea, Ephemeroptera**

Список составлен на основе собственных исследований автора и ретроспективного анализа литературных источников, указанных в разделе Список литературы.

Список использованных сокращений:

Река Днестр, пункты отбора проб: Н – Наславча, Вл – Вэлчинец, С – Сороки, Км – Каменка, Е – Ержово, Г – Гояны, К – Кочиеры, В-В – Вадул луй Водэ, В – Варница, П – Паланка.

Река Прут, пункты отбора проб: К-С – водохранилище Костешть-Стынка, Костешты, Б – Браниште, С – Скулень, Л – Леушень, К – Кагул, К-П – Кышлица-Прут, Д – Джурджулешть.

Другие пункты: другие пункты отбора проб

ЗГ, зоогеографическая принадлежность вида: П – Палеарктические виды, У – Урал, ЗС – Западная Сибирь, П,Г – Палеарктические и Голарктические виды, Е – Европейские виды, С – Средиземноморские виды, ПК – Понто-каспийские виды (Причерноморье, бассейн Каспийского и Азовского морей), К,Ц – Китайские и центральноазиатские виды, Т – Тропические виды, А - Австралийские виды, ТО - Тихоокеанские виды.

Другие авторы: Motaş, Văcesco, 1937; Ярошенко, 1957; Бызгу и др., 1964; Мушинский, 1972; Дедю, 1967; 1980; Гонтя 1985; Balashov et al., 2013; Филипенко, Мустя, 2016.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П.1.3 Таксономический список поденок

Таксоны	Ephemeroptera Nyatt et Arms, 1891																Другие авторы														
	Река Днестр								Река Прут								Водохранилище К-С														
	Средний участок Днестра				Дубоссарское водохранилище				Нижний участок Днестра				Другие пункты				Средний участок реки Прут				Нижний участок реки Прут				Другие пункты						
	З	Г	Н	В	Л	С	К	М	Е	Г	К	В-В	В	П	Б	С	Л	К	Б	С	Л	К	Б	С	Л	К	Б	С	Л	К	
BAETIDAE Leach, 1815																															
<i>1. Acentrella inexpectatus</i> (Tshernova, 1928) Е, У																															
<i>2. Baetis (Baetis) fuscatus</i> (Linnaeus, 1761) Е, У																															
<i>3. Baetis (Baetis) vernus</i> Curtis, 1834 П, Г																															
<i>4. Baetis (Rhodobetis) rhodani</i> (Pictet, 1843) П, Г																															
<i>5. Baetis</i> sp. П, Г																															
<i>6. Centropitium luteolum</i> (Müller, 1776) П																															
<i>7. Cloeon (Cloeon) dipterum</i> (Linnaeus, 1761) П, Г																															
<i>8. Cloeon (Similticoeon) simile</i> Eaton, 1870 П																															
<i>9. Cloeon</i> sp. П, Г																															
<i>10. Procloeon</i> sp. П, Г																															
CAENIDAE Newman, 1853																															
<i>11. Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758) П, Г																															

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Ephemeroptera Nyatt et Arms, 1891																				
Таксоны	Река Днестр										Река Прут				Другие авторы					
	Средний Участок Днестра			Дубоссарское водохранилище			Нижний участок Днестра				Водохранилище К-С	Другие пункты	Нижний участок реки Прут							
	ЗГ	Н	Вл	С	Км	Е	Г	К	В-В	В			П	Б		С	Л	К	К-П	Д
12. <i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835 (= <i>Ordella macrura</i>)	П, Г				+		+						+					+		
13. <i>Caenis robusta</i> Eaton, 1884	П, Г				+		+		+									+		
14. <i>Caenis</i> sp.					+		+		+				+					+		
BEHINGIIDAE Motas & Bacesco, 1937																				
15. <i>Behmingia lestagei</i> Motas & Bacesco, 1937	Д									*								+		
EPHEMERIDAE Latreille, 1810																				
16. <i>Ephemera (Ephemera) lineata</i> Eaton, 1870	Е, У				+													+		
17. <i>Ephemera (Ephemera) vulgata</i> Linnaeus, 1758	П, Г				+								+					+		
PALINGENIIDAE Albarda, 1988																				
18. <i>Palingenia longicauda</i> (Olivier, 1791)	Е, 3С						+											+		
19. <i>Palingenia fuliginosa</i> (Boeber [in Georg], 1802)	Е, 3С																	+		
POLYMITARCYIDAE Banks, 1900																				
20. <i>Ephoron virgo</i> (Olivier, 1791)	П																	+		
POTAMANTHIDAE Albarda, 1988																				
21. <i>Potamanthus litens</i> (Linnaeus, 1767)	П, Г																	+		

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Цветные иллюстрации зообентоса рек Днестр и Прут

(все фотографии авторские, макросъемка выполнена с использованием микроскопа Axio Imager A.2 и бинокля SteREO Discovery.V8, Carl Zeiss, Германия)



Branchiura sowerbyi Beddard, 1892



Chaetogaster diaphanus (Gruithuisen, 1828)



Hypania invalida (Grube, 1860)



Hydra vulgaris Pallas, 1766

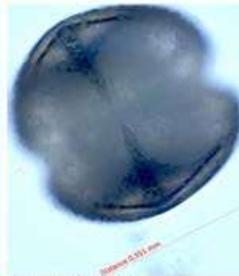
ПРИЛОЖЕНИЕ 2



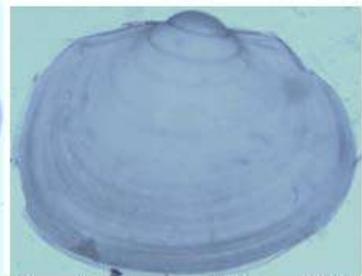
Hirudo medicinalis Linnaeus, 1758



Anodonta anatina (Linnaeus, 1758)



Glochidia *Anodonta*



Musculium lacustre (Müller, 1774)



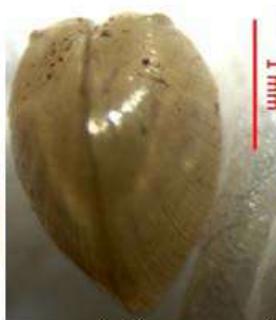
Sinanodonta woodiana (Lea, 1834)



Pseudanodonta complanata (Rossmässler, 1835) juvenilis



Euglesa casertana (Poli, 1791)



Pisidium supinum Schmidt, 1851



Pisidium moitessierianum Paladilhe, 1866

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Pisidium subtruncatum Malm, 1855



Unio tumidus Philipsson, 1788



U. tumidus juvenilis



Unio pictorum (Linnaeus, 1758)



Unio crassus Philipsson, 1788



Corbicula fluminea (Müller, 1774)



Corbicula fluminalis (Müller, 1774)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Bithynia tentaculata
& *Dreissena grimmi*



Esperiana esperi (Férussac, 1823)



Cyraulus laevis (Alder, 1838)



Theodoxus fluviatilis (Linnaeus, 1758)



Ferrissia californica (Rowell, 1863)



Acroloxus lacustris (Linnaeus, 1758)

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Theodoxus danubialis (Pfeiffer, 1828) 1) Bratislava, 2) Cîșlița-Prut



Theodoxus transversalis (Pfeiffer, 1828)

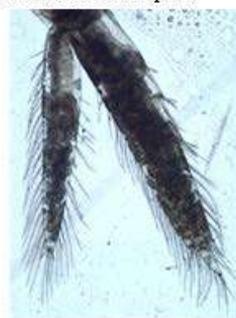
Theodoxus danubialis & *Theodoxus* sp.



Cyzicus tetracerus (Krynicky, 1830)



Chaetogammarus ischnus telson & uropod

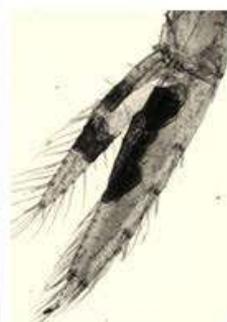


Chaetogammarus trichiatus *Dikerogammarus haemobaphes* uropod *Gammarus balcanicus* uropod

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Pontogammarus robustoides (G.O. Sars, 1894) uropod *Niphargus* sp. gnathopod

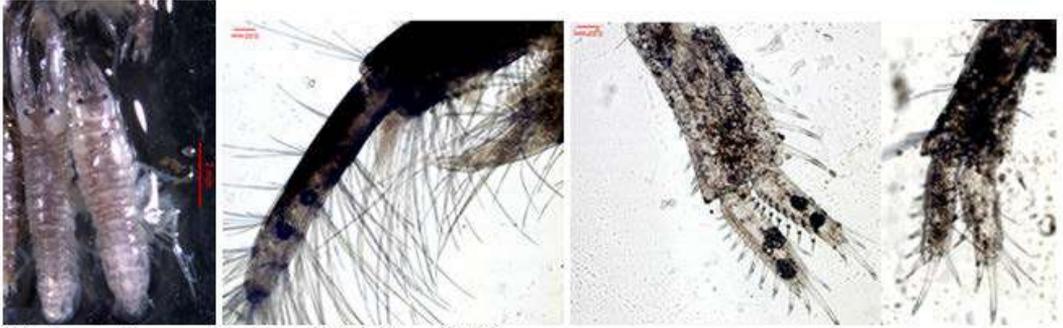


Gammarus kischineffensis Schellenberg, 1937 uropod

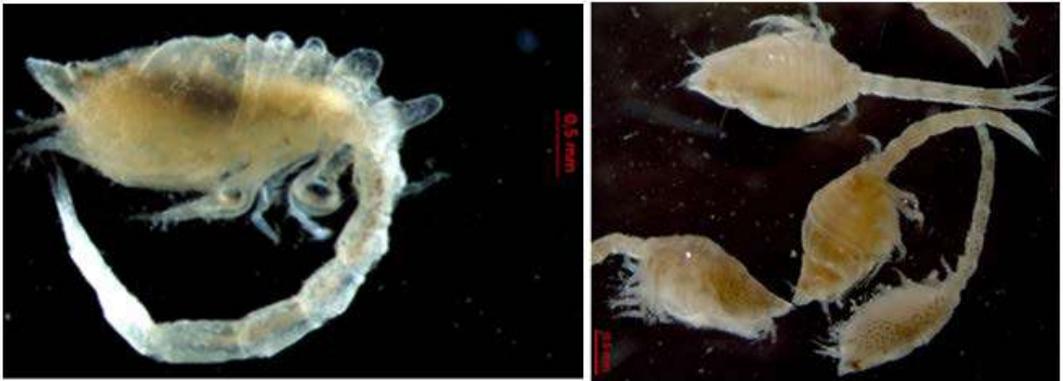


100 μ m

Symurella ambulans ambulans (Müller, 1846) telson



Chelicorophium curvispinum (G.O. Sars, 1895)



Pterocuma rostrata (G.O. Sars, 1894)

Pseudocuma (Stenocuma) cercaroides G.O. Sars, 1894



Schizorhamphus scabriusculus (G.O. Sars, 1894)



Palingenia longicauda (Olivier, 1791), imago



Palingenia longicauda (Olivier, 1791) *Ephoron virgo* (Olivier, 1791) *Ephemera lineata* Eaton, 1870



Ecdyonurus sp.



Ecdyonurus sp. Maxilla

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Heptagenia flava Rostock, 1878



Heptagenia flava gill



Heptagenia sulphurea (O.F. Müller, 1776) maxilla

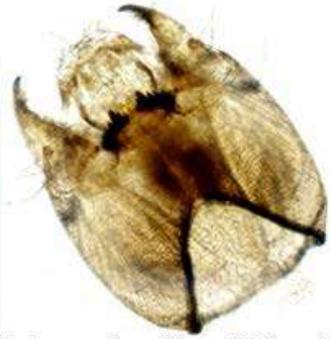
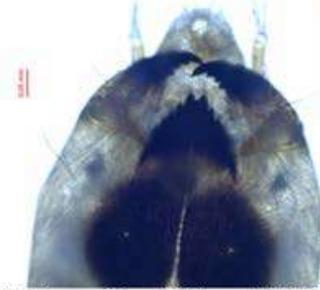


Caenis horaria (Linnaeus, 1758)



Caenis robusta Eaton, 1884. Claw.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2



Brillia modesta (Meigen, 1830) *Eukiefferiella gracei* (Edwards, 1929) *Microtendipes chloris* (Meigen, 1818)



Plectrocnemia conspersa (Curtis, 1834)

Orthotrichia costalis (Curtis, 1834)



Cecetis lacustris (Pictet, 1834)



Hydropsyche ornatula McLachlan, 1878

МУНЖИУ Оксана Васильевна

**БЕНТОСНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ РЕК ДНЕСТР И ПРУТ
В ПРЕДЕЛАХ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА**

În ediția onului
Machetare computerizată *Tatiana Capliuc*

Bun de tipar 14.03.2024. Formatul 70×100¹/₁₂
Coli de tipar 18,7. Coli editoriale 8,7.
Comanda 35/24. Tirajul 15 ex.

Centrul Editorial-Poligrafic al USM
str. Al.Mateevici, 60, Chișinău, MD-2009
e-mail: cep1usm@mail.ru; usmcep@mail.ru