

СТАТЬЯ

УДК 595.75



CC BY 4.0

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ
НА ВОДНЫХ ПОЛУЖЕСТКОКРЫЛЫХ (НЕТЕРОПТЕРА)**

¹Беглиев С., ²Ганджаева Л. ORCID ID 0000-0001-8072-3118

¹Хорезмская академия Мамуна, Хива, Узбекистан, e-mail: begliyev@mail.ru;

²Ташкентский международный университет Кимё, Ташкент, Узбекистан

Настоящая исследовательская работа была проведена с целью изучения таксономического состава, экологических особенностей и пространственного распределения водных клопов (Heteroptera) в различных типах водоёмов Хорезмской области. Исследования осуществлялись в течение 2023–2025 гг. на стоячих и проточных водных объектах, включая каналы, арыки и мелководные застойные участки. В результате анализа установлено, что фауна водных полужесткокрылых региона представлена тремя инфраотрядами: Gerromorpha, Nepomorpha и Leptopodomorpha. В их составе идентифицировано 9 крупных таксонов, включающих 11 семейств и 13 подсемейств, относящихся к 18 родам и 12 под родам. Всего зарегистрировано 35 видов и 9 подвидов водных клопов. Полученные данные свидетельствуют о значительном влиянии гидрохимических показателей воды, в частности минерализации и содержания растворённого кислорода, на структуру и динамику сообществ водных полужесткокрылых. Представители семейства Notonectidae проявляют высокую чувствительность к снижению кислородного режима и повышенной минерализации воды, тогда как виды семейства Gerridae характеризуются высокой экологической устойчивостью и способны доминировать в условиях повышенной температуры и сезонных колебаний уровня воды. В стоячих водоёмах преобладали виды *Notonecta glauca*, *Sigara lateralis* и *Hydrometra stagnorum*, тогда как в проточных водоёмах наиболее часто отмечались *Gerris lacustris* и *Corixa dentipes*. В застойных мелководных биотопах зарегистрированы *Nepa cinerea* и *Ranatra linearis*, что подчёркивает их адаптацию к специфическим условиям среды.

Ключевые слова: водные полужесткокрылые, Hemiptera, гидробионты, экология, качество воды, адаптации, биоразнообразие

**THE EFFECT OF WATER CHEMICAL COMPOSITION
ON AQUATIC TRUE BUGS (HETEROPTERA)**

¹Begliyev S., ²Gandjaeva L. ORCID ID 0000-0001-8072-3118

¹Khorezm Mamun Academy, Khiva, Markaz Str., 1. Uzbekistan, e-mail: begliyev@mail.ru;

²Kimyo International University in Tashkent, Tashkent, Uzbekistan

The present research work was carried out in order to study taxonomic composition, ecological characteristics and spatial distribution of water bugs (Heteroptera) in various types of water bodies of the Khorezm region. The studies were carried out during 2023-2025 on standing and flowing water bodies, including canals, aryk and shallow stagnant areas. As a result of the analysis, it was found that the aquatic fauna of the semi-rigid-winged region is represented by three infra-groups: Gerromorpha, Nepomorpha and Leptopodomorpha. In their composition, 9 large taxa have been identified, comprising 11 families and 13 subfamilies belonging to 18 genera and 12 subgenera. In total, 35 species and 9 subspecies of water bugs have been registered. The data obtained show a significant influence of water hydro chemical parameters, in particular mineralization and dissolved oxygen content, on the structure and dynamics of aquatic semi-rigid-winged communities. Members of the family Notonectidae show a high sensitivity to reduced oxygen status and increased water mineralization, The species of the family Gerridae are characterized by high ecological stability and are able to dominate in conditions of elevated temperatures and seasonal fluctuations of water levels. In standing water bodies, the species *Notonecta glauca*, *Sigara lateralis* and *Hydrometra stagnorum* predominated, while in flowing waters, *Gerris lacustris* and *Corixa dentipes* were most frequently observed. *Nepa cinerea* and *Ranatra linearis* are registered in shallow-water biotopes, highlighting their adaptation to specific environmental conditions.

Keywords: aquatic hemipterans, Hemiptera, hydrobionts, ecology, water quality, adaptations, biodiversity.

Введение

Водные клопы (отряд Hemiptera, подотряд Heteroptera) представляют собой ключевую группу насекомых, обитающих в пресноводных экосистемах. Они широко распространены в реках, озёрах, каналах, прудах, а также во временных водоёмах. Благодаря высокой численности и видовому разнообразию водные клопы играют важную роль в структуре и функционировании гидробиоценозов [1-3]. На международном уровне водомерки рассматриваются

не только с биологической и экологической точки зрения, но и как важные биоиндикаторы, позволяющие оценивать состояние водных ресурсов, мелиорацию земель и физико-химические параметры воды [4; 5]. Распространение водных клопов зависит от типа водоёма, климатических условий, растительного покрова и антропогенного воздействия. За последние десятилетия проведено множество исследований, посвящённых систематике, экологии и биогеографии водных клопов [6-8].

Таблица 1

Объекты исследования водяных клопов в разных районах Хорезмской области в 2023-2025 гг. (места отбора проб)

№	Наименование объекта	Территория	Координаты
1	Крупный канал Амударья	Ургенчский район	41.5540° с.ш., 60.6190° в.д.
2	Канал Палван	Шаватский район	41.4300° с.ш., 60.4300° в.д.
3	Озеро Дауткель	Гурленский район	41.2900° с.ш., 60.3800° в.д.
4	Оросительный канал	Янгибазарский район	41.5000° с.ш., 60.7500° в.д.
5	Пруд (центр Хорезма)	Хивинский район	41.3800° с.ш., 60.3600° в.д.
6	Прибрежная зона	Лалмикорская заболоченная территория	41.2100° с.ш., 60.8200° в.д.

Результаты показывают значительные изменения их ареалов, связанные с климатическими изменениями, истощением водных ресурсов, антропогенной нагрузкой и деградацией водных экосистем [9; 10].

В Центральной Азии, включая Узбекистан, исследования водных клопов начались в конце XIX века и получили активное развитие в XX веке [11]. Тем не менее имеющиеся публикации содержат лишь фрагментарные данные о распространении этих насекомых, при этом большинство видов зарегистрировано лишь в отдельных районах страны.

Цель данного исследования – изучение влияния химического состава воды на видовое разнообразие водных клопов в Хорезме. Результаты позволят выявить закономерности их распространения, экологические предпочтения и роль водомерок в локальных пресноводных экосистемах.

Материалы и методы исследования

Учеты проводились с марта до сентября. Изучение водных клопов нами проводилось в некоторых объектах в 2023-2025 гг. (табл. 1).

В рамках данного исследования применялись следующие основные методы: сбор водных клопов с помощью сачков и гидробиологических пробоотборников; определение видового состава по морфологическим признакам; количественный учёт, заключающийся в подсчёте особей на единицу площади или объёма; а также анализ сезонной динамики численности [12; 13].

Исследования проводились с учётом сезонных этапов развития водных клопов. Весной (март–апрель) насекомые пробуждаются от зимней диапаузы. В этот период отмечается появление первых имаго и личинок, начинается размножение. Весенний этап является важным для формирования годовой серии наблюдений. Физико-химические параметры воды (температура, pH, содержание кислорода) фиксировались с использованием портативных приборов [14-16].

Обзор научно-исследовательских публикаций и материалов о водных клопах, об изучении фаунистического и зоогеографического анализа в районах Хорезма позволяет сделать вывод о том, что водные полужесткокрылые в этих регионах изучены недостаточно [17; 18].

Несмотря на важное экономическое и экологическое значение водных клопов, их видовой состав, биоэкологические особенности по отдельным видам и их географическое распространение по регионам Узбекистана, а также роль клопов в природных водных экосистемах Республики до сих пор остаются малоизученными [19; 20].

Результаты исследования и их обсуждение

По результатам исследований фауна водомерок в Хорезмской области делится на три основных инфраотряда: Gerromorpha, Neromorpha и Leptopodomorpha. В этих инфраотрядах идентифицировано в общей сложности 9 надсемейств, 11 семейств и 13 подсемейств. Водомерки относятся к 18 родам и 12 под родам, всего зарегистрировано 35 основных видов и 9 подвидов. Эти данные свидетельствуют о таксономическом разнообразии и биологическом богатстве фауны водомерок в Хорезмском оазисе.

1. GERROMORPHA Popov, 1971

• Gerridae Leach, 1815, семейство

о *Aquarius paludum paludum* (Fabricius, 1794)

о *Limnporus rufoscutellatus* (Latreille, 1807)

о *Gerris (Gerris) argentatus* (Schummel, 1832)

о *Gerris (Gerris) costae* (Herrich-Schaeffer, 1850) и 3 подвида

о *Gerris (Gerris) lacustris* (Linnaeus, 1758)

о *Gerris (Gerris) thoracicus* (Schummel, 1832)

о *Gerris (Gerris) odontogaster* (Zetterstedt, 1828)

- o *Gerris (Gerriselloides) lateralis* (Schummel, 1832)
 - o *Heterobates dohrandti* (Bianchi, 1896)
 - **Veliidae Brullé, 1836**, семейство
 - o *Microvelia (Microvelia) buenoi* (Drake, 1920)
 - o *Microvelia (Microvelia) reticulata* (Burmeister, 1835)
 - o *Microvelia (Picaultia) pygmaea* (Dufour, 1833)
 - o *Velia (Plesiovelia) affinis affinis* (Kolentati, 1857)
 - **Hebridae Amyot & Serville, 1843**, семейство
 - o *Hebrus (Hebrus) kiritshenkoi* (Kanyukova, 1997)
 - o *Hebrus (Hebrus) oxianus* (Kanyukova, 1997)
 - o *Hebrus (Hebrus) pilipes* (Kanyukova, 1997)
 - o *Hebrus (Hebrus) pusillus pusillus* (Fallén, 1807)
 - o *Hebrus (Hebrusella) ruficeps* (Thomson, 1871)
 - **Hydrometridae Billberg, 1820**, семейство
 - o *Hydrometra stagnorum* (Linnaeus, 1758)
 - o *Hydrometra gracilentata* (Horváth, 1899)
 - **Mesoveliidae Douglas & Scott, 1867**, oилasi
 - o *Mesovelia thermalis* (Horváth, 1915)
 - o *Mesovelia furcata* (Mulsant & Rey, 1852)
2. НЕПОМОРФА Попов, 1968
- **Nepidae Latreille, 1802**, семейство
 - o *Nepa cinerea* (Linnaeus, 1758)
 - o *Ranatra (Ranatra) linearis* (Linnaeus, 1758)

- **Notonectidae Latreille, 1802**, семейство
 - o *Notonecta (Notonecta) glauca glauca* (Linnaeus, 1758)
 - **Corixidae Leach, 1815**, семейство
 - o *Corixa dentipes* (Thomson, 1869)
 - o *Sigara (Sigara) assimilis* (Fieber, 1848)
 - o *Sigara (Pseudovermicorixa) nigrolineata nigrolineata* (Fieber, 1848)
 - **Micronectidae Jaczewski, 1924**, семейство
 - o *Micronecta (Micronecta) minutissima* (Linnaeus, 1758)
 - **Naucoridae Leach, 1815**, семейство
 - o *Ilyocoris cimicoides cimicoides* (Linnaeus, 1758)
3. ЛЕПТОПОДОМОРФА
- **Saldidae Amyot & Serville, 1843**, семейство
 - o *Macrosaldula scotica* (Curtis, 1835)
 - o *Saldula melanoscela* (Fieber, 1859)
 - o *Saldula orthochila* (Fieber, 1859)

Полученные результаты подтверждают возможность использования водных полужесткокрылых (Heteroptera) в качестве биоиндикаторов состояния водной среды. Изучение видового состава и численности этих насекомых имеет важное практическое значение, поскольку позволяет эффективно планировать мероприятия по контролю за вредителями. В условиях усиления антропогенной нагрузки и изменения гидрологических режимов особое значение приобретает постоянный мониторинг водных клопов как элемента системы экологического контроля (рис. 1).

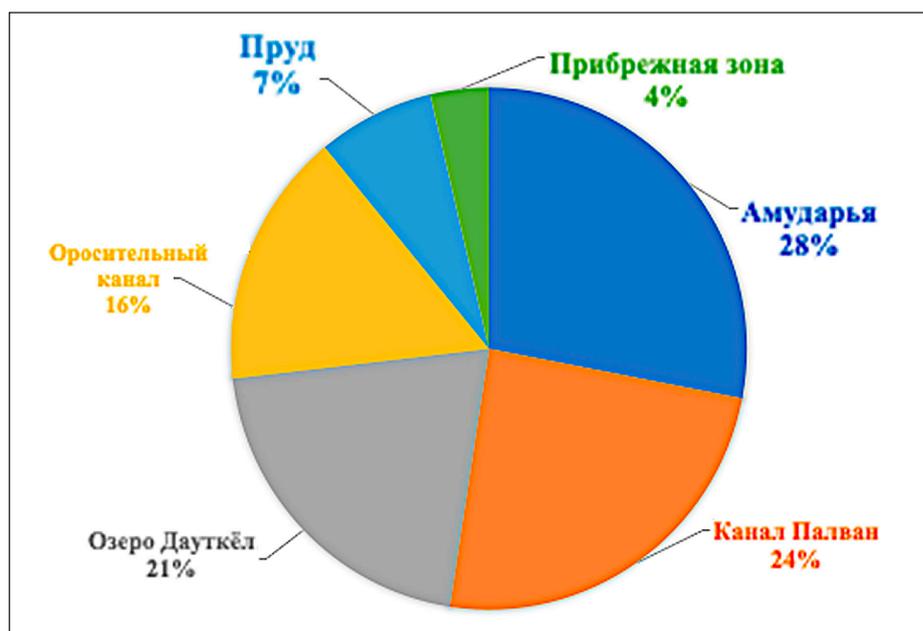


Рис. 1. Результаты мониторинга водных клопов на водоемах Хорезмской области (2023–2025 гг.)
 Источник: по результатам собственных исследований

Таблица 2

Гидрохимическая характеристика водоёмов Хорезмской области (2023–2025 гг.)

Водоём/ показатель	Темпера- тура, °С	Прозрач- ность, см	Минерали- зация, г/л	pH	Растворённый O ₂ , мг/л	Органические вещества, мг/л
Амударья	17–28	35–50	0.5–1.2	7.2–8.1	6.5–8.0	3.0–5.5
Пальван канал	18–29	30–45	0.6–1.0	7.3–8.0	5.8–7.5	2.5–4.8
Озеро Дауткёль	16–27	25–40	0.4–0.9	7.0–7.8	6.2–7.8	2.0–4.0
Орловский оросительный канал	18–30	20–35	0.7–1.3	7.4–8.2	5.5–7.2	3.2–5.0
Пруд	17–28	15–30	0.8–1.4	7.5–8.3	5.0–6.8	3.5–6.0
Береговая зона	16–26	10–25	0.3–0.8	7.1–7.9	6.0–7.0	1.5–3.5

Для изучения условий обитания гидробионтов и влияния водной среды на прибрежную энтомофауну в период полевых исследований (2023–2025 гг.) был проведен комплексный гидрохимический анализ ключевых водных объектов Хорезмской области. Анализ включал измерения в различных типах водоемов: магистральных каналах, озерах, оросительной сети и стоячих водах (табл. 2).

Гидрохимический анализ исследованных водоёмов Хорезмской области, по данным собственных наблюдений за 2023–2025 гг., показал следующие особенности:

1. Температура воды колебалась от 16 до 30 °С в зависимости от сезона и типа водоёма. Наибольшие значения отмечались в оросительных каналах и водохранилищах летом, а минимальные – в мелких стоячих водоёмах.

2. Прозрачность воды варьировала от 10 до 50 см. Наибольшая прозрачность характерна для больших рек, таких как Амударья, а минимальная – для мелких каналов и прибрежных зон.

3. Минерализация составила 0.3–1.4 г/л. Наиболее пресной была вода в прибрежных зонах и озёрах, более солёной – в оросительных каналах и прудах, что связано с интенсивным испарением и поступлением минеральных солей.

4. pH воды колебался от 7.0 до 8.3, что соответствует слабощелочной реакции. В целом водоёмы характеризуются стабильным pH, благоприятным для большинства пресноводных организмов.

5. Содержание растворённого кислорода в воде находилось в диапазоне 5.0–8.0 мг/л. Более высокие показатели зафиксированы в проточных водоёмах, а в стоячих водоёмах и каналах кислородное насыщение было ниже, что связано с биохимическим потреблением кислорода.

6. Органическое вещество колебалось от 1.5 до 6.0 мг/л, что указывает на умеренное органическое загрязнение. Высшие значения отмечены в прудах и мелких каналах с низким течением.

В целом, гидрохимическая характеристика водоёмов Хорезмской области за 2023–2025 гг. свидетельствует об умеренно минерализованных водах с нейтрально-щелочной реакцией и достаточным кислородным насыщением, что создаёт благоприятные условия для водной флоры и фауны региона.

По данным определено, что представитель семейства Notonectidae чувствителен к снижению содержания растворённого кислорода и повышенной минерализации воды. Высокая численность *N. glauca* указывает на удовлетворительное качество воды с достаточным кислородным режимом и умеренной минерализацией. Снижение численности может свидетельствовать о загрязнении или деградации водоёма. Кроме того, выявлено, что некоторые виды могут служить индикаторами экологического состояния водоёмов: *Notonecta glauca* предпочитает чистые, слабо заросшие водоёмы; представители родов *Corixa* и *Sigara* устойчивы к умеренному уровню загрязнения; *Hydrometra* характерны для водоёмов с развитой прибрежной растительностью. Исследования также показали, что *Sigara assimilis* относительно устойчив к изменениям качества воды, но чувствителен к органическому загрязнению и эвтрофикации. Наблюдения показали, что присутствие *S. assimilis* в водоёме может указывать на умеренно загрязнённые или богатые органикой водоёмы. В таблице 3 выделены четыре вида из 35 зарегистрированных как биоиндикаторы. Ниже представлен их видовой состав и предпочитаемая среда обитания.

Таблица 3

Водные клопы – индикаторы состояния водной среды

Вид	Предпочитаемая среда	На что может указывать
<i>Notonecta glauca</i>	Чистые и умеренно загрязнённые воды	Хорошее кислородное состояние
<i>Sigara assimilis</i>	Каналы и сточные воды	Высокая органическая нагрузка
<i>Corixa dentipes</i>	Загрязнённые и стоячие водоёмы	Устойчивость к эвтрофикации
<i>Gerris lacustris</i>	Чистые поверхностные воды	Относительная стабильность экосистемы

Источник: по результатам собственных исследований.

Температурный режим водоёма является одним из ключевых факторов, определяющих жизнедеятельность водных полужесткокрылых (Heteroptera). Для представителей семейств Notonectidae (плавтусы, или спиноплавы) и Gerridae (водомерки) температура воды влияет на метаболизм, скорость развития, распределение и сезонную динамику численности. Температура, содержание кислорода и минерализация воды являются ключевыми факторами, влияющими на развитие водных полужесткокрылых в Хорезме. Для проведения сравнительного анализа влияния температуры воды на водных клопов было осуществлено исследование с участием представителей двух семейств –

Notonectidae и *Gerridae*. Проведённые исследования влияния температуры воды на водных клопов показали, что температурный фактор оказывает определяющее воздействие на их активность, численность и пространственное распределение (рис. 2).

При низких температурах воды (10–15 °С) отмечается общее снижение физиологической и трофической активности водных полужесткокрылых. Так, представители семейства *Notonectidae* становятся малоподвижными и значительно реже проявляют охотничье поведение. Аналогичная тенденция наблюдается у *Gerridae*, численность которых в холодных водоёмах существенно ограничена (рис. 2).

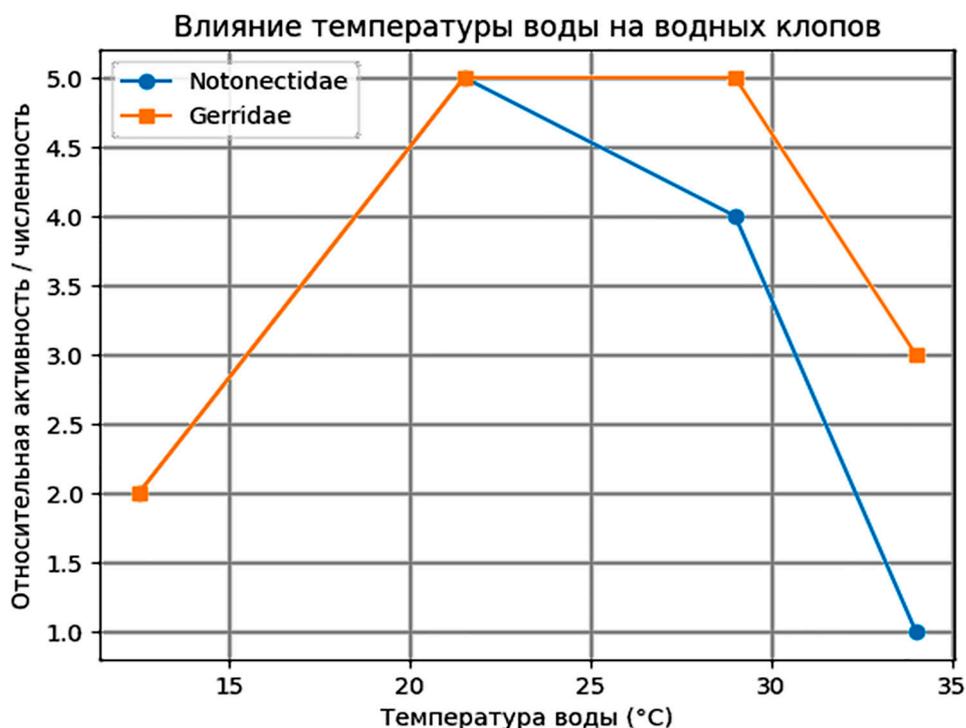


Рис. 2. Влияние температуры воды на два семейства – *Notonectidae* и *Gerridae*
 Источник: по результатам собственных исследований

Умеренный температурный диапазон (18–25°C) формирует оптимальные условия для развития большинства видов. В этих условиях у *Notonectidae* ускоряется развитие личиночных стадий, повышается интенсивность охоты и наблюдается рост численности популяций. Представители семейства *Gerridae* при данной температуре достигают максимальной численности, особенно в мелких, хорошо прогреваемых водоёмах и оросительных каналах (рис. 2).

При повышенной температуре воды (26–32 °C) *Notonectidae* сохраняют высокую активность, однако при длительном воздействии температур выше 30 °C отмечается снижение их численности, что связано с уменьшением содержания растворённого кислорода и усилением межвидовой конкуренции. В то же время *Gerridae* демонстрируют сравнительно высокую устойчивость к повышенным температурам, сохраняя значительную численность в тёплых, солнечных и слабопроточных водоёмах (рис. 2).

Критически высокие температуры воды (выше 33 °C), характерные для летнего периода, оказывают отрицательное влияние на численность водных клопов. У представителей *Notonectidae* наблюдается резкое сокращение популяций, особенно в пересыхающих и перегретых водоёмах. *Gerridae* способны выживать при таких условиях более продолжительное время, однако также снижают активность и смещаются в более глубокие или затенённые участки водоёмов (рис. 2). Сравнительный анализ численности этих семейств позволяет оценивать температурный режим и уровень устойчивости экосистемы (табл. 4).

Notonectidae могут быть индикаторами умеренно тёплых, хорошо прогретых, но не перегретых водоёмов. *Gerridae* показывают большую устойчивость и способны доминировать в условиях высокой температуры и сезонного колебания уровня воды. Например, при 25–28 °C ускоряется рост личинок *Notonectidae* и *Gerridae*, тогда как при температурах выше 30 °C увеличивается их смертность.

Таблица 4

Влияние температуры воды на численность *Notonectidae* и *Gerridae*

Температура (°C)	Численность <i>Notonectidae</i>	Численность <i>Gerridae</i>
15	40	30
20	70	50
25	120	90
28	150	110
30	100	80
32	60	40

Источник: по результатам собственных исследований.

Таблица 5

Основные параметры воды и их влияние на водных клопов

Показатель	Влияние на водных клопов	Чувствительные/устойчивые виды
Кислород (O ₂)	Недостаток кислорода снижает активность и выживаемость	<i>Notonecta glauca</i> чувствительны
pH	Оптимум 6.5–8.5; при отклонении – угнетение метаболизма	<i>Corixa</i> , <i>Sigara</i> устойчивы к слабощелочной среде
Минерализация (солёность)	Умеренная солёность допустима для некоторых видов	<i>Gerris</i> , <i>Hydrometra</i> переносят солоноватые воды
Нитраты, аммиак	Токсичны в высоких концентрациях, вызывают гибель личинок	<i>Nepa</i> , <i>Notonecta</i> чувствительны
Органическое загрязнение (БПК)	При высоком содержании органики – изменение структуры сообществ	<i>Sigara assimilis</i> и <i>Corixa dentipes</i> устойчивы
Температура	Повышение ускоряет развитие, но при перегреве – летальный исход	Все виды имеют температурные пределы активности

Источник: по результатам собственных исследований.

В рамках исследования проводился анализ влияния химических показателей воды на водных клопов, что позволило выявить их роль в распределении видов и оценить экологические условия водоёмов региона. *Nepidae*, обитающие в заиленных и застойных водоёмах, особенно чувствительны к уровню кислорода. Высокая минерализация воды снижает численность *Nepidae*. Ниже представлены данные об устойчивости водных клопов к различным условиям воды (табл. 5).

Влияние содержания растворённого кислорода в воде имеет выраженную специфику для различных семейств водных клопов. Полученные данные свидетельствуют о том, что высокое содержание кислорода (6–10 мг/л) является благоприятным фактором для представителей семейства *Naucoridae*, у которых отмечаются высокая двигательная и трофическая активность, увеличение численности популяций, а также успешная охота на личинок рыб и амфибий. Представители семейства *Nepidae* также встречаются при данных условиях, однако их численность в большей мере определяется степенью развития водной растительности и наличием подходящего субстрата, а не уровнем аэрации воды.

При среднем содержании растворённого кислорода (3–5 мг/л) *Naucoridae* сохраняют относительно стабильные популяции, хотя наблюдается некоторое снижение активности. В то же время *Nepidae* регистрируются чаще, поскольку обладают способностью выживать в условиях умеренной аэрации благодаря использованию атмосферного воздуха для дыхания.

Низкое содержание растворённого кислорода (менее 3 мг/л) оказывает негативное воздействие на представителей семейства

Naucoridae, численность которых резко сокращается вследствие снижения охотничьей активности и уменьшения выживаемости личиночных стадий. В отличие от них, *Nepidae* демонстрируют высокую устойчивость к гипоксическим условиям, поскольку их дыхание практически не зависит от концентрации кислорода в воде. Это позволяет им заселять заиленные и эвтрофированные водоёмы.

Минерализация воды является одним из ключевых гидрохимических факторов, определяющих условия существования гидробионтов. Для водных полужесткокрылых (Heteroptera), в частности представителей семейств *Gerridae* (водомерки) и *Nepidae* (водные скорпионы), уровень минерализации оказывает существенное влияние на их пространственное распределение, численности и эколого-физиологические особенности. Представители *Gerridae* обитают преимущественно на поверхности воды и отличаются высокой чувствительностью к изменениям поверхностного натяжения, солевого состава и pH среды. *Nepidae*, напротив, ведут преимущественно донный образ жизни, предпочитая стоячие или слаботекущие водоёмы с развитой водной растительностью, и используют дыхательный сифон для доступа к атмосферному воздуху (рис. 3).

При низкой минерализации воды (0,2–0,5 г/л) формируются оптимальные условия для большинства видов *Gerridae*. В таких водоёмах отмечается их высокая численность, особенно в пресных реках, каналах и озёрах. Представители семейства *Nepidae* при данных условиях встречаются реже, поскольку предпочитают биотопы с более высоким содержанием органического вещества.

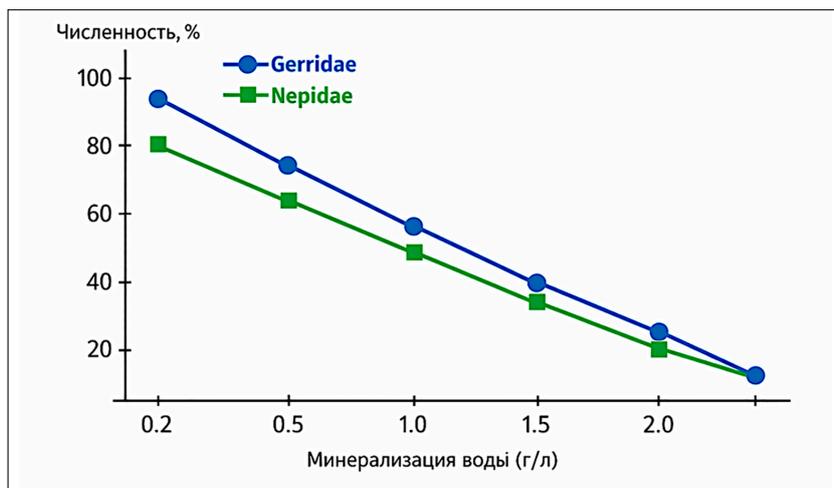


Рис. 3. Влияние температуры воды на два семейства – *Nepidae* и *Gerridae*. Источник: по результатам собственных исследований

Средний уровень минерализации (1–3 г/л) характеризуется сохранением относительно устойчивых популяций *Gerridae*, однако их численность постепенно снижается. Для *Nepidae* такие условия являются благоприятными: они чаще заселяют водоёмы с умеренной минерализацией и повышенной трофностью, где обеспечены подходящие условия для укрытия и охоты.

Высокая минерализация воды (5–10 г/л и более) оказывает отрицательное воздействие на представителей *Gerridae*, которые при таких условиях практически исчезают. Это связано с нарушением поверхностного натяжения воды и осмотического баланса, что затрудняет их нормальную жизнедеятельность. *Nepidae* в водоёмах с высокой минерализацией встречаются единично, однако отдельные виды проявляют сравнительно высокую устойчивость благодаря донному образу жизни и способности дышать атмосферным воздухом.

На рисунке 3 отражена зависимость численности представителей семейств *Gerridae* и *Nepidae* от уровня минерализации воды. При низкой минерализации (0,2–0,5 г/л) отмечается высокая численность *Gerridae*, достигающая максимальных значений, что свидетельствует об оптимальных условиях для их обитания. С увеличением минерализации до 1,0–2,0 г/л наблюдается резкое снижение численности *Gerridae*, что связано с нарушением поверхностного натяжения воды и осмотического баланса. Численность *Nepidae* во всём диапазоне минерализации ниже по сравнению с *Gerridae*, однако снижение происходит более постепенно. Это указывает на относительную устойчивость представителей данного семейства к повышенной минерализации, обусловленную донным образом жизни и использованием атмосферного воздуха для дыхания. В целом результаты подтверждают, что *Gerridae* являются более чувствительными к изменениям минерализации воды и могут рассматриваться как индикаторы пресных водоёмов, тогда как *Nepidae* демонстрируют более широкую экологическую пластичность.

Густота водной растительности, глубина водоёма, температурный режим воды, а также степень её загрязнения напрямую влияют на численность и видовое разнообразие водных насекомых. Фауна водных полужесткокрылых Хорезмской области отличается высоким уровнем разнообразия и включает как широко распространённые, так и локально встречающиеся виды. По результатам учётов установлено, что в стоячих водоёмах преобладали *Notonecta glauca*, *Sigara lateralis* и *Hydrometra stagnorum*,

тогда как в проточных водоёмах (каналах и арыках) наиболее часто отмечались *Gerris lacustris* и *Corixa dentipes*. В застойных мелководных участках были зарегистрированы такие виды, как *Nepa cinerea* и *Ranatra linearis*.

Заключение

Изучение водных клопов имеет важное значение для гидробиологии, экологии и природоохранной деятельности. Эти насекомые могут использоваться как биоиндикаторы состояния водоёмов и одновременно как естественные регуляторы численности насекомых-вредителей. В условиях изменения климата и антропогенного давления становятся особенно актуальными исследования их биоразнообразия и экологии.

Вода является ключевым лимитирующим фактором для водных полужесткокрылых. Температура, содержание кислорода, минерализация и колебания уровня воды оказывают прямое влияние на их численность, распределение и жизненный цикл. Благодаря высокой чувствительности к изменениям качества воды водные полужесткокрылые могут использоваться как индикаторы состояния пресноводных экосистем. Полученные данные подтверждают необходимость комплексного изучения этой группы для мониторинга водных биоценозов.

Состав воды напрямую влияет на структуру и динамику сообществ водных полужесткокрылых. Воды с низким загрязнением и стабильным кислородным режимом обогащены разнообразием видов. В эвтрофных и сточных водоёмах доминируют устойчивые, малочувствительные формы. Таким образом, водные клопы могут выступать как биоиндикаторы качества воды и использоваться в экологическом мониторинге.

Список литературы

1. Jantachid N., Boonsoong B., Diloknorrant K., Vith-epradit A. Species assemblages of aquatic and semi-aquatic true bugs (Hemiptera, Heteroptera) of anthropogenic ponds of the green zone in Bangkok, Thailand // Biodiversity Data Journal. 2025. № 13. P. e154135. DOI: 10.3897/BDJ.13.e154135.
2. Cochard R., Maneepitak S., Kumar P. Aquatic faunal abundance and diversity in relation to synthetic and natural pesticide applications in rice fields of Central Thailand // International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management. 2014. № 10 (2). P. 157– 173. DOI: 10.1080/21513732.2014.892029.
3. Cozma N. J., Vad C. F., Horváth Z., Kiss B., Müller Z., Viski V. B., Lengyel S. Extreme weather drives spatial and temporal variation in water bug (Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha) assemblages in soda pans in Hungary // Inland Waters. 2020. № 10 (3). P. 397–408. DOI: 10.1080/20442041.2020.1765713.
4. Bakonyi G., Vásárhelyi T., Szabó B. Pollution impacts on water bugs (Nepomorpha, Gerromorpha): state of the art and their biomonitoring potential // Environmental Monitoring and Assessment. 2022. № 194. P. 301 DOI: 10.1007/s10661-022-09961-2.

5. Backhaus T., Brack W., Van den Brink P. J., Deutschmann B., Hollert H., Posthuma L., Segner H., Seiler T. B., Teodorovic I., Focks A. Assessing the ecological impact of chemical pollution on aquatic ecosystems requires the systematic exploration and evaluation of four lines of evidence // *Environmental Sciences Europe*. 2019. № 31 (1). P. 1–9. DOI: 10.1186/s12302-019-0276-z.
6. Desjonquères C., Rybak F., Ulloa J. S., Kempf A., Bar Hen A., Sueur J. Monitoring the acoustic activity of an aquatic insect population in relation to temperature, vegetation and noise // *Freshwater Biology*. 2018. № 65 (1). P. 107–116. DOI: 10.1111/fwb.13171.
7. Dugan H. A., Bartlett S. L., Burke S. M., Doubek J. P., Krivak-Tetley F. E., Skaff N. K., Summers J. C. Farrell K. J., McCullough M. I., Morales-Williams M. A., Roberts C. D., Ouyang Z., Scordo F., Hansona C. P., Weathers C. K. Salting our freshwater lakes // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. № 114 (17). P. 4453–4458. DOI: 10.1073/pnas.1620211114.
8. Polhemus J. T., Polhemus D. A. Global diversity of true bugs (Heteroptera; Insecta) in freshwater // *Hydrobiologia*. 2008. № 595. P. 379–391. DOI: 10.1007/s10750-007-9033-1.
9. Giehl N., Brasil L., Dias-Silva K., Nogueira D., Cabette H. Environmental thresholds of Nepomorpha in Cerrado Streams, Brazilian Savannah. // *Neotropical Entomology*. 2018. № 48 (2). P. 186–196. DOI: 10.1007/s13744-018-0632-5.
10. Hashimoto K., Eguchi Y., Oishi H., Tazunoki Y., Tokuda M., Sánchez-Bayo F., Goka K., Hayasaka D. Effects of a herbicide on paddy predatory insects depend on their microhabitat use and an insecticide application // *Ecological Applications*. 2019. № 29 (6). P. e01945. DOI: 10.1002/eap.1945.
11. Кулумбетова Т. Т. Насекомые Южного Приаралья // *Вестник ККО АН РУз*. 1998. № 7-3. С. 37–43.
12. Кириченко А. Н. Методы сбора настоящих полужесткокрылых и изучения местных фаун. АН СССР, Зоол. ин-т. Москва, Ленинград: Изд-во АН СССР, 1957. 123 с.
13. Канокова Е. В. Водные и полуводные полужесткокрылые насекомые (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 2006. 296 с.
14. Kunc H. P., McLaughlin K. E., Schmidt R. Aquatic noise pollution: Implications for individuals, populations, and ecosystems // *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2016. № 283 (1836). P. 20160839. DOI: 10.1098/rspb.2016.0839.
15. Lock K., Adriaens T., Van De Meutter F., Goethals P. Effect of water quality on waterbugs (Hemiptera: Gerromorpha & Nepomorpha) in Flanders (Belgium): Results from a large-scale field survey // *Annales De Limnologie-International Journal of Limnology*. 2013. № 49. P. 121–128. DOI: 10.1051/limn/2013047.
16. Havemann N., Gossner M. M., Hendrich L., Moriniere J., Niedringhaus R., Schäfer P., Raupach M. J. From water striders to water bugs: The molecular diversity of aquatic Heteroptera (Gerromorpha, Nepomorpha) of Germany based on DNA barcodes // *PeerJ*. 2018. № 6. P. e4577. DOI: 10.7717/peerj.4577.
17. Lebedeva N. I., Kanyukova E. V., Musaev D. M., Mirzayeva G. S., Valieva M. N., Kholmatov B. R. The semi-aquatic bugs (Heteroptera: Gerromorpha) of Uzbekistan. // *Acta Biologica Sibirica* 2024. № 10. P. 471–488. DOI: 10.5281/zenodo.11219323.
18. Лебедева Н. И., Мирзаева Г. С., Холматов Б. Р., Мусаев Д. М., Ахмедов А. Г., Валиева М. Н. Фауна и таксономия водных клопов (Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha) Узбекистана // *Узбекский биологический журнал* 2022. № 3. P. 23–27.
19. Лебедева Н. И., Мусаев Д. М., Мирзаева Г. С., Валиева М. Н. Первые находки клопа *Microvelia (M.) reticulata* (Burmeister, 1835) в водохранилищах Узбекистана // *Вестник Хорезмской академии Мамуна*. 2023. Хива. С. 84–87.
20. Лебедева Н. И., Валиева М. Н., Мирзаева Г. С. Мониторинг водных клопов (Nepomorpha: Gerromorpha) в Ташкентском ботаническом саду имени Ф. Н. Русанова // *Материалы V Республиканской научно-практической конференции «Зоологическая наука Узбекистана: современные проблемы и перспективы развития», посвященной 85-летию со дня основания Академии наук*. 16 ноября 2023 г. Ташкент. С. 60–62.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.