

*Константин Сергеевич ТАЛЬНИШНИХ,
Ольга Анатольевна АЛЕШИНА —
биологический факультет,
Тюменский государственный университет,
Тюмень, Россия*

УДК 574.586 (471.505)

ЗООПЕРИФИТОН В ЭКОСИСТЕМЕ ВОДОЕМОВ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ СРЕДНЕГО УРАЛА

АННОТАЦИЯ. Исследовано влияние теплового загрязнения на зооперифитон, его качественные и количественные характеристики. Показаны особенности распределения зооперифитона на различных субстратах в температурном градиенте водоемов-охладителей.

The influence of thermal pollution on zooperiphyton qualitative and quantitative characteristics was studied. Peculiarities of zooperiphyton distribution on various substrates in a temperature gradient of cooling water-bodies were demonstrated.

Введение

Как известно, температура является одним из наиболее важных экологических факторов. В норме ее изменение зависит от сезонной интенсивности солнечной радиации. Однако техногенная деятельность в виде сброса подогретой воды с тепловых электростанций в реки и озера приводит к нарушению теплового баланса [1]. Искусственное повышение температуры в водоемах-охладителях таких электростанций приводит к нарушению естественных границ колебаний температурных значений и в значительной мере искажает ход биологических процессов в водоемах [2–6].

Зооперифитон — чрезвычайно разнообразное сообщество беспозвоночных, формирующееся на твердых субстратах толщи воды [4]. Слабая изученность сообществ зооперифитона в особых техногенных условиях определяет необходимость более тщательного их изучения, имеет научный и прикладной интерес. Одной из важнейших проблем прикладной гидробиологии является изучение взаимодействия перифитона и антропогенных субстратов. Данная проблема интенсивно исследуется в морской гидробиологии, но гораздо слабее в пресноводной. В частности, в Уральском регионе подобные работы отсутствуют.

Целью исследований являлось изучение влияния теплового загрязнения и качества субстрата на структуру зооперифитона водоемов-охладителей.

Для достижения поставленной цели было необходимо: 1) собрать материал с разных субстратов на участках с различными температурными условиями; 2) выявить видовой состав и таксономическую структуру зооперифитона; 3) выявить количественное развитие (численность и биомассу) зооперифитона; 4) установить наличие связи видового разнообразия и количественного развития зооперифитона на разных субстратах с температурным фактором.

Работа выполнена по заказу Министерства сельского хозяйства РФ с целью оценки влияния электростанций на экосистему водоемов-охладителей Свердловской области.

Материал и методы исследования

Исследования были проведены на Нижнетуринском и Исетском водохранилищах-охладителях. Нижнетуринское водохранилище расположено в верхнем течении р. Тура в черте города Нижняя Тура, Исетское — в черте города Среднеуральск в 50-ти км от г. Екатеринбург.

Сбор материала проводили в августе 2001 г. и с июня по август 2003 г. на различных субстратах (бетон, железо, камни). Исследования выполнялись на одних и тех же станциях: ст. 1 — у истока сбросного канала в зоне сильного подогрева (среднесезонная температура $\sim 27^{\circ}\text{C}$); ст. 2 — в районе устья канала в зоне умеренного подогрева (среднесезонная температура $\sim 24,5^{\circ}\text{C}$); ст. 3 — в водоеме по ходу потока теплых вод в зоне слабого подогрева (среднесезонная температура $\sim 21,5^{\circ}\text{C}$); ст. 4 (контроль) — в районе плотины в зоне с естественным температурным режимом (среднесезонная температура $\sim 20^{\circ}\text{C}$).

Материал собирали и обрабатывали по общепринятым методикам [7].

Результаты и обсуждение

За период исследования в сообществах зооперифитона Нижнетуринского водохранилища всего было обнаружено 29 видов и таксонов более высокого ранга. Большую долю зооперифитона составляли хирономиды, ручейники и брюхоногие моллюски. Реже встречались олигохеты, мошки, поденки, водные клещи, пиявки. Такие группы гидробионтов, как цератопогониды и личинки настоящих мух, были встречены в единичных экземплярах.

Распределение числа видов на разных субстратах в разных температурных зонах Нижнетуринского водохранилища отличается. Динамика представлена на рис. 1.

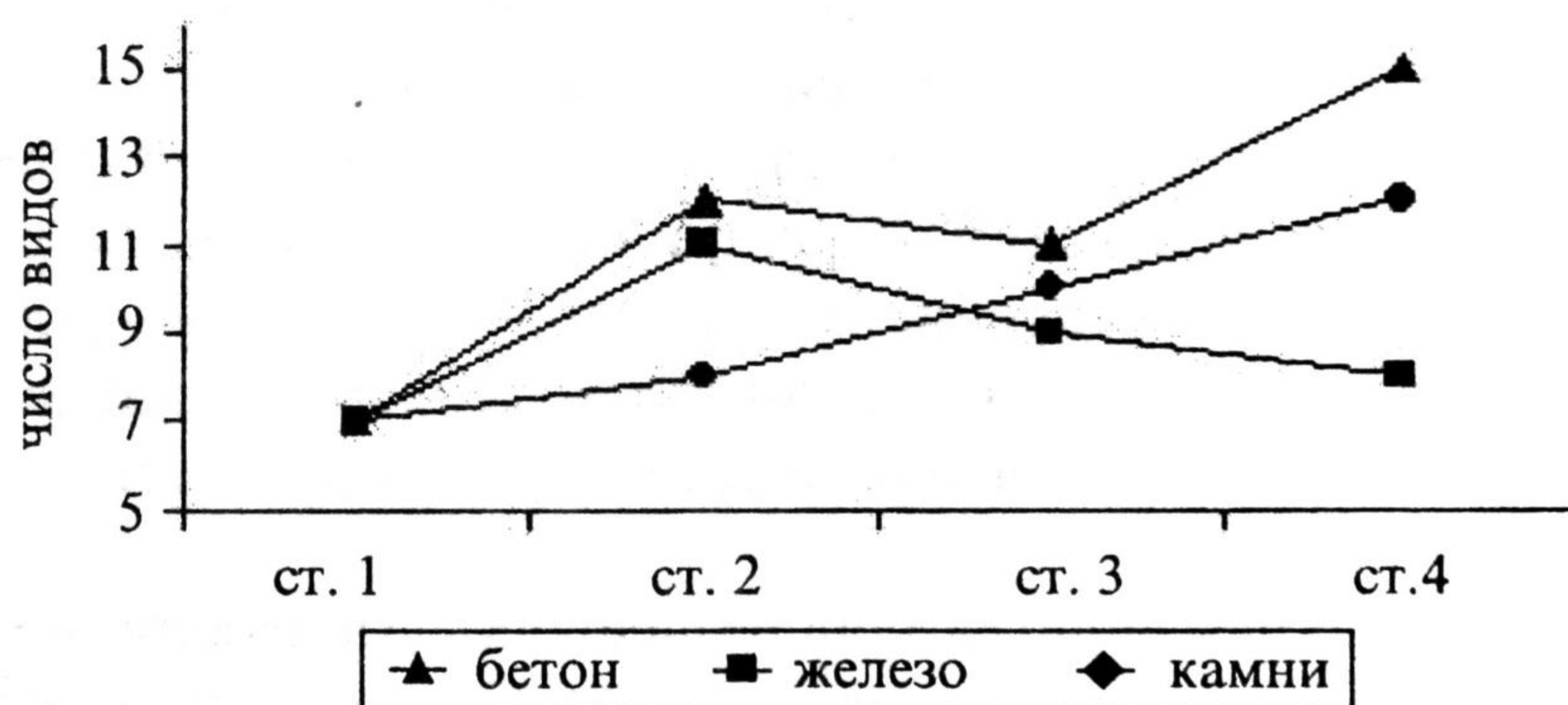


Рис. 1. Изменение числа видов зооперифитонтов по станциям

Наиболее разнообразным в видовом отношении был бетон, на котором всего за период исследования было обнаружено 24 вида и таксона более высокого ранга. Число видов здесь увеличивается от ст. 1 (зона сильного подогрева) к ст. 4 (зона естественных температур). Однако на ст. 3 отмечено небольшое снижение видового разнообразия. Возможно, уменьшение числа видов обусловлено отсутствием течения в этой зоне и наличием большой концентрации органических веществ, поступающих с рыбоводного хозяйства. В совокупности эти факторы оказывают существенное влияние на кислородный режим.

Несколько менее богатыми в качественном отношении были камни. На данном субстрате зафиксировано 22 вида и таксона более высокого ранга. На рис. 1 можно отметить постепенное увеличение видового разнообразия от станции 1 к станции 4. Однако нельзя с уверенностью сказать, что увеличение числа видов происходит только в результате снижения температуры. Как указывает И. А. Скальская [4], при взаимодействии субстрата с донными отложениями и его заилении происходит постепенное превращение перифитического сообщества сначала в перифитобентос, а затем в бентос. В нашем случае на ст. 3 и 4 наблюдалось заиление камней вследствие отсутствия

течения, что, возможно, повлияло на увеличение видового разнообразия за счет появления в пробах бентосных видов. В частности, только на этих станциях обнаружены личинки хирономид рода *Psectrocladius* и *Pseudochironomus*, предпочитающих заиленные местообитания.

На железе было обнаружено наименьшее число видов — 17. Изменение видового разнообразия в градиенте температур на данном субстрате достаточно сильно отличается от предыдущих. Максимальное количество видов обнаружено на ст. 2, в зоне умеренного подогрева воды. На станциях 3 и 4 отмечается постепенное снижение видового разнообразия. В этом случае наиболее вероятным представляется следующее объяснение. В отличие от бетона и камней, железо не является нейтральным субстратом. При его взаимодействии с водой образуется ржавчина. На участках с повышенными температурами, согласно закону Вант-Гоффа, скорость химической коррозии возрастает. Наряду с этим, повышенная температура вызывает интенсивное развитие микроорганизмов, которые образуют биопленки и вызывают процессы биокоррозии, разрушающие субстрат [8]. В результате поверхность субстрата начинает слоиться, за счет чего площадь поверхности многократно возрастает, а хлопья ржавого железа служат строительным материалом некоторым видам хирономид и ручейников. Все это приводит к увеличению числа видов, что мы и наблюдаем на второй станции.

А. А. Протасов [2] отмечает, что в водоемах-охладителях температурный фактор является главным и оказывает наибольшее влияние на гидробионтов. В нашем случае влияние отдельных факторов, таких как качество субстрата, его заиленность, скорость течения, безусловно скрадывало действие именно температуры.

Объединив зооперифитон со всех субстратов и проследив общее за сезон изменение видового разнообразия в температурном градиенте, можно видеть, что общее число видов возрастает при переходе от участков, подверженных тепловому загрязнению, к участку с естественным температурным режимом (рис. 2).

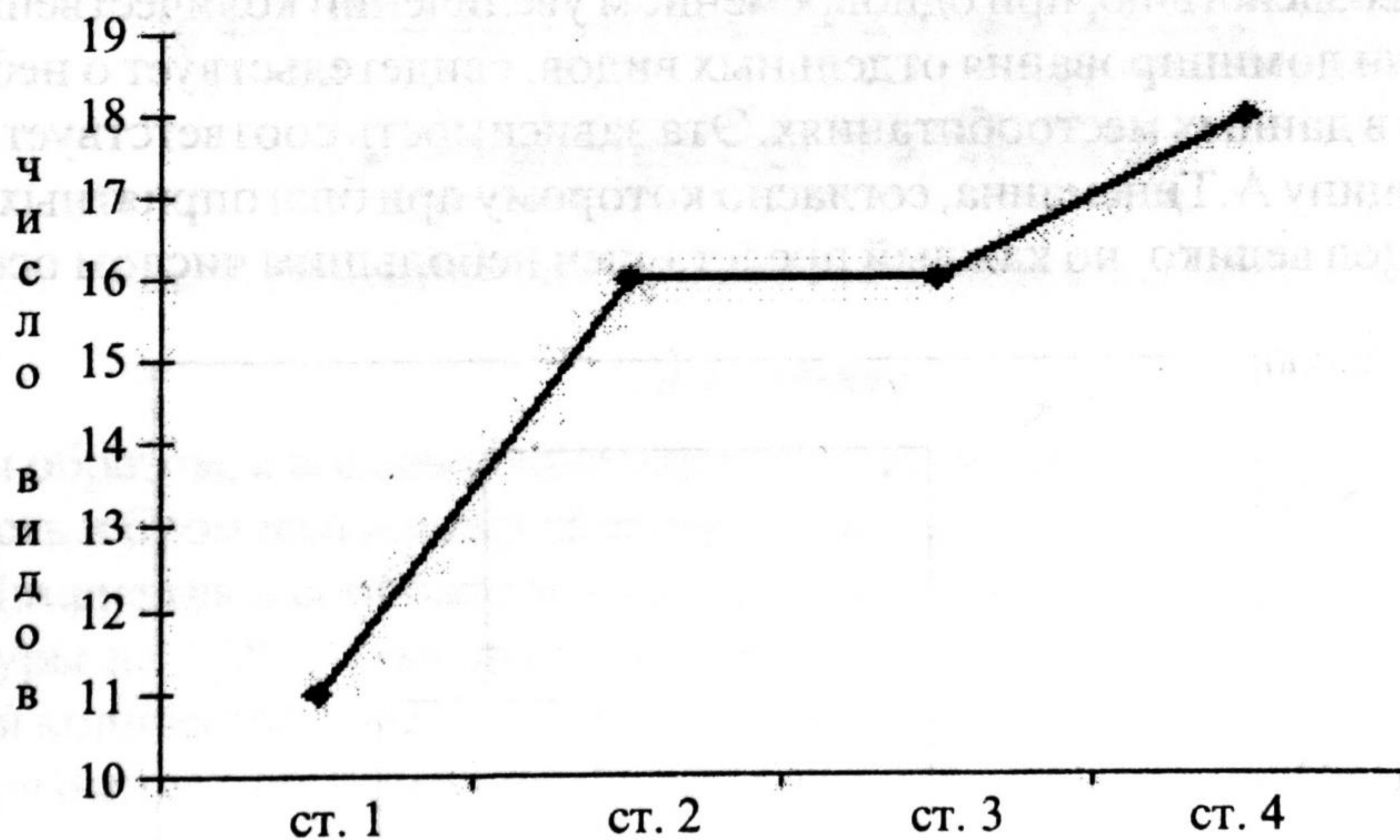


Рис. 2. Изменение общего числа видов по станциям

Несмотря на увеличение количественного состава, общая численность и биомасса сообщества снижается (рис. 3). Наибольшее количественное развитие отмечалось на ст. 1 и 2, в зоне сильного и умеренного подогрева. Наименьшее — на ст. 3 и 4, в зоне слабого подогрева и естественной температуры.

Для оценки относительного распределения особей среди видов были рассчитаны индекс выравненности Пиелу и индекс доминирования Симпсона. Индекс Пиелу возрастал по мере снижения температуры от 0,45 до 0,6, в то время как индекс Симпсона уменьшался от 0,62 до 0,44. Полученные данные указывают на снижение роли отдельных видов в сообществе, повышение выравненности и переход от моно- к полидоминантности (рис. 4), что характерно для более стабильных систем [9].

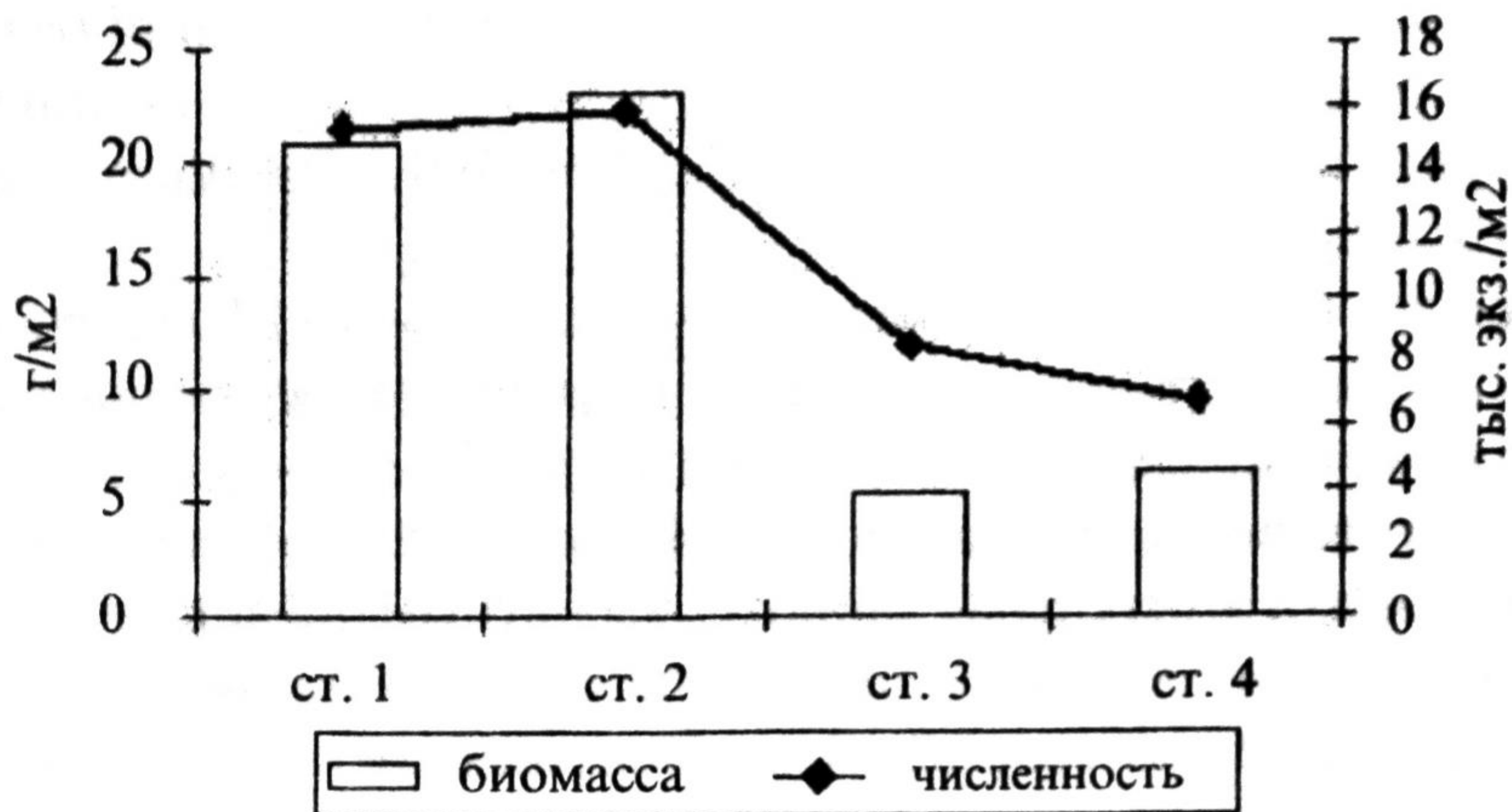


Рис. 3.

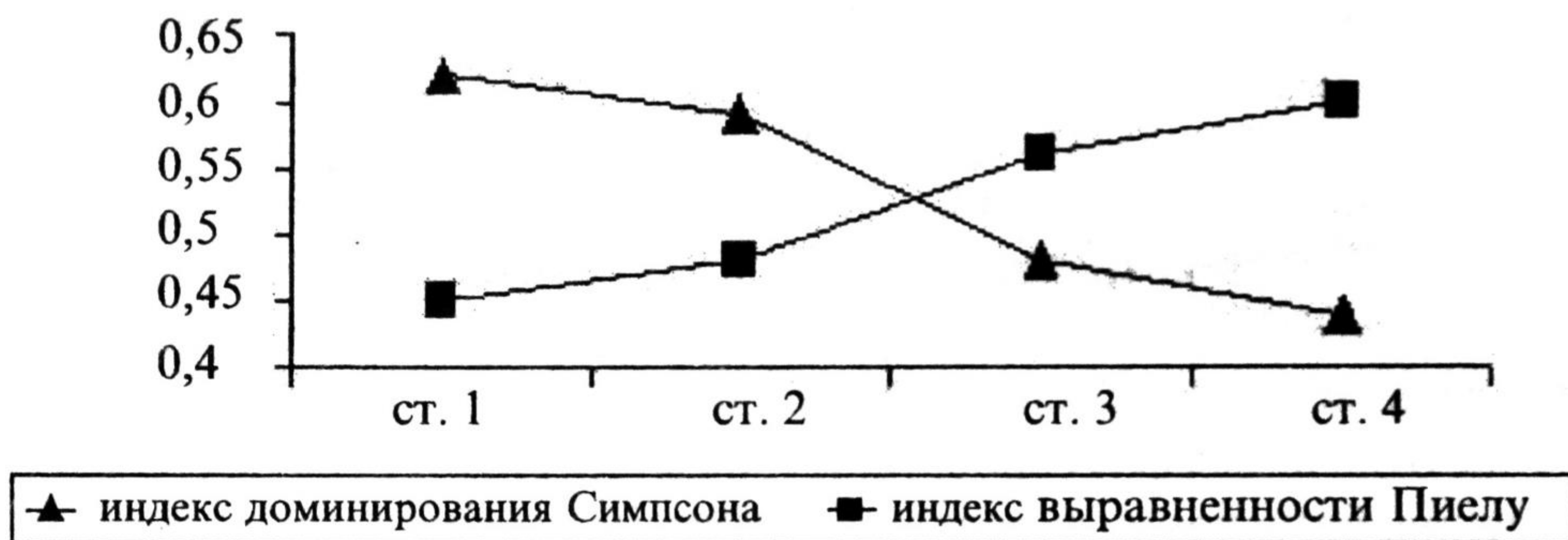


Рис. 4. Значения индекса доминирования Симпсона и выравненности Пиелу в различных температурных зонах

Таким образом, уменьшение видового разнообразия на участках, подверженных тепловому воздействию, при одновременном увеличении количественных показателей и степени доминирования отдельных видов, свидетельствует о неблагоприятных условиях в данных местообитаниях. Эта зависимость соответствует биоценологическому принципу А. Тинеманна, согласно которому при благоприятных условиях среды число видов велико, но каждый представлен небольшим числом особей [9].

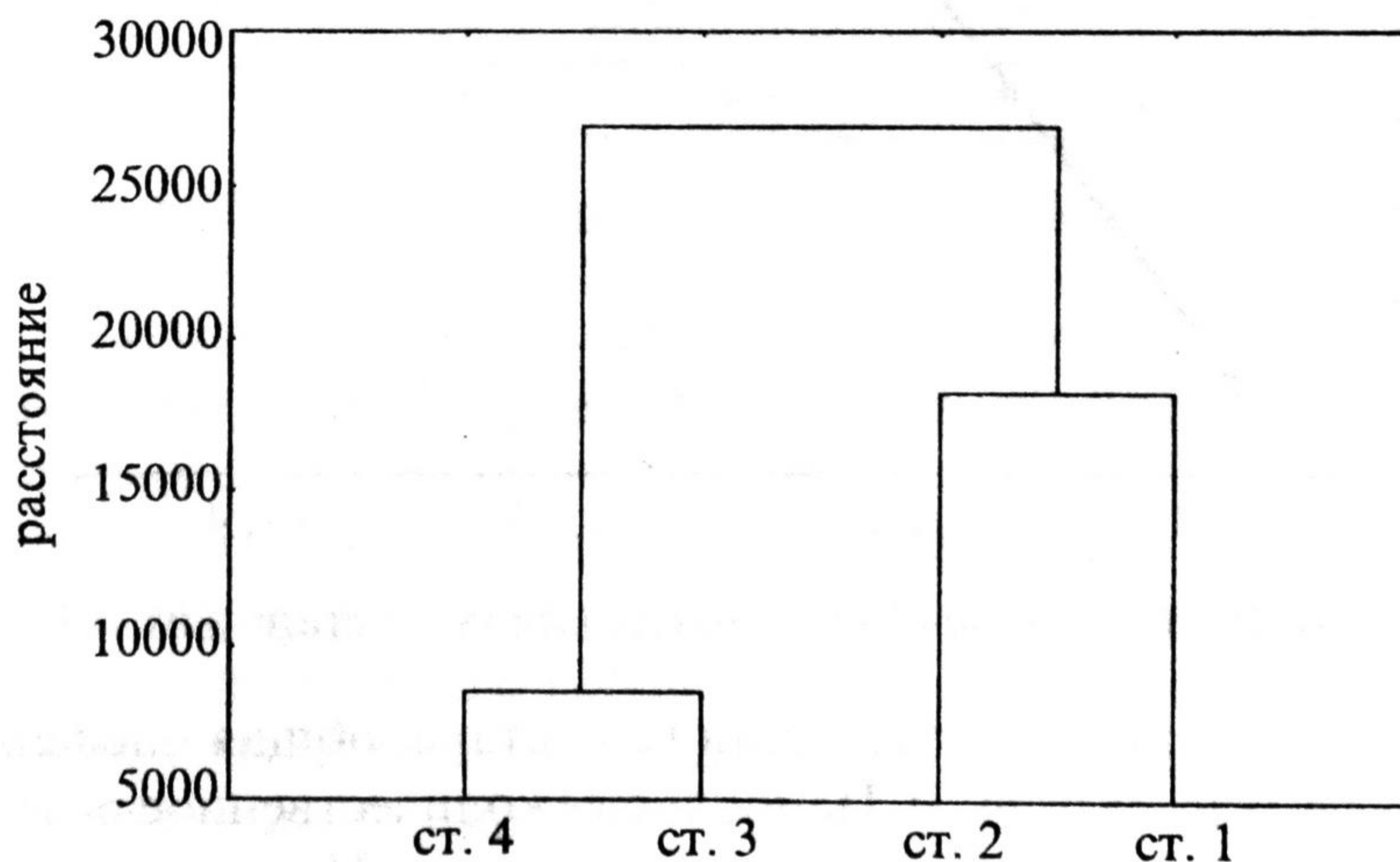


Рис. 5. Сходство видового состава сообществ зооперифитона разных температурных зон Нижнетуриинского водохранилища

Для выявления степени сходства участков с различным температурным режимом был проведен кластерный анализ (рис. 5). Представленная дендрограмма показывает, что мера различия между сообществами зооперифитона находится в прямой зависимости от температуры. Наибольшее сходство видового состава наблюдается между ст. 3 и 4, которые представляют из себя единый кластер. Разница в температу-

ре между данными станциями в среднем равна $1,5^{\circ}\text{C}$. Между ст. 1 и 2 наблюдается возрастание меры различий (дистанции связи) более, чем в 2 раза. Разница в температуре достигала $2,3^{\circ}\text{C}$. Самая большая мера различий отмечается между ст. 2 и 3. Разница в температуре между ними достигала 3°C .

Результаты, полученные на Нижнетуринском водоеме-охладителе, подтвердились и на Исетском (рис. 6, 7). Однако в Исетском водохранилище наблюдались более высокие количественные показатели и видовое разнообразие, что, вероятно, связано с более низкими средними температурами воды за сезон. Кроме того, на ст. 3 отмечено снижение видового разнообразия и количественных показателей по сравнению со ст. 2 и 4, что связано с поступлением в водоем на этом участке городских сточных вод (рис. 6, 7).

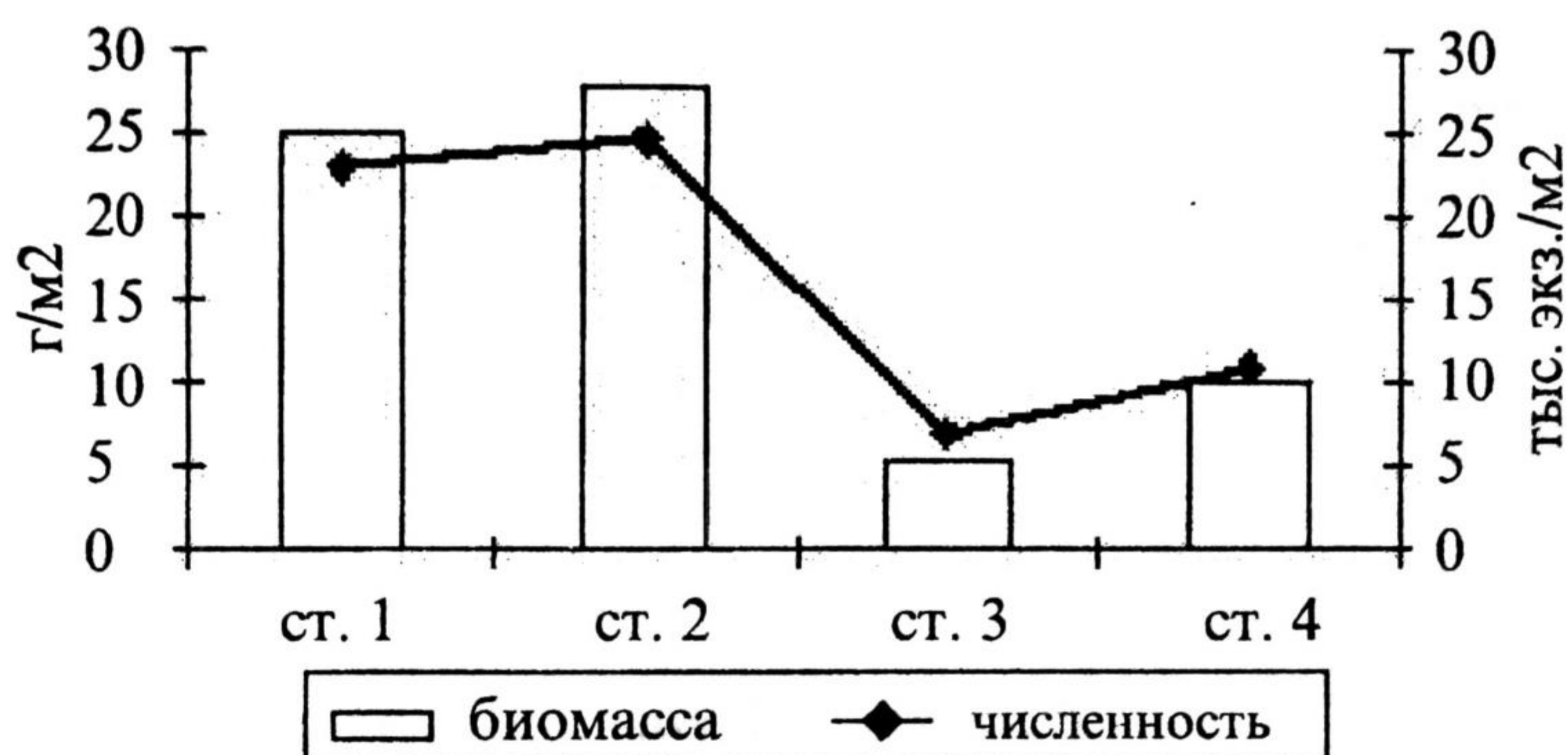


Рис. 6. Биомасса и численность зооперифитона Исетского водохранилища



Рис. 7. Изменение по станциям числа видов зооперифитона

Заключение

Таким образом, в водоемах-охладителях при увеличении степени подогрева воды численность и биомасса зооперифитона возрастает, а видовое разнообразие уменьшается. Изменения в сообществе отмечаются уже при повышении среднесезонной температуры на $1,5^{\circ}\text{C}$. Температура 30°C является порогом, выше которого качественные и количественные показатели зооперифитона значительно снижаются. Тепловое загрязнение приводит к увеличению степени доминирования и снижению выравненности в сообществах. Существенное влияние на видовой состав зооперифитона оказывает качество субстрата. В ряду бетон – камни – железо видовое разнообразие зооперифитона снижается.

Выявленные в Нижнетуринском и подтвержденные в Исетском водохранилище особенности динамики видового и количественного распределения зооперифитона в температурном градиенте позволяют экстраполировать полученные результаты на другие водохранилища-охладители Среднего Урала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куклев Ю. И. Физическая экология. М., Высшая школа, 2001. 357 с.
2. Протасов А. А. Зооперифитон Киевского водохранилища и влияние на него сбросных вод теплоэлектростанции // Гидрологические исследования водоемов юго-западной части СССР. Киев: Наук. думка, 1982. С. 100.

3. Протасов А. А. Пресноводный перифитон. Киев: Наук. думка, 1994. 307 с.
4. Скальская И. А. Зооперифитон водоемов бассейна Верхней Волги. Рыбинск, 2002. 255 с.
5. Скальская И. А. Состав и распределение зообентоса Горьковского водохранилища в районе Костромской ГРЭС // Экология организмов водохранилищ-охладителей: Тр. ин-та биол. внутренних вод. Вып. 27(30). Л.: Наука, 1975. С. 259–271.
6. Мордухай-Болтовской Ф. Д. Проблема влияния тепловых и атомных электростанций на биологический режим водоемов // Экология организмов водохранилищ-охладителей: Труды института биологии внутренних вод, вып. 27(30). Л.: Наука, 1975. С. 7–45.
7. Абакумов В. А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеиздат, 1992.
8. Пуриш Л. М., Протасова М. А. Влияние ингибитора коррозии металла на продукцию экзополимеров сульфатредуцирующих бактерий в биопленке перифитона // Мат-лы докл. междунар. симпозиума. Тюмень, 2003 г. С. 100–102.
9. Константинов А. С. Общая гидробиология. М.: Высш. школа, 1979. 264 с.

Сергей Эдуардович МАСТИЦКИЙ —
биологический факультет,
Белорусский государственный
университет, Минск, Беларусь

УДК 576.89+574.58

РОЛЬ МОЛЛЮСКА *DREISSENA POLYMORPHA PALLAS* (*BIVALVIA, DREISSENIDAE*) В РАСПРОСТРАНЕНИИ ТРЕМАТОДОЗОВ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ*

АННОТАЦИЯ. На основе литературных данных и результатов собственных исследований, выполненных автором на водоемах Республики Беларусь, проводится анализ роли дрейссены в распространении трематодозов позвоночных животных (водоплавающих птиц и рыб).

Based on the literature data and results of authors' studies conducted in the waterbodies of Belarus, the analysis of the role of zebra mussel in a transmission of trematodes on vertebrate animals (waterfowl and fishes) is carried out.

Введение

Появление двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* Pallas в водоемах Европы и Северной Америки привело к значительным экологическим и экономическим последствиям [12, 13]. Несмотря на то, что на данный момент выполнено множество исследований, посвященных биологии и экологии дрейссены, существует сравнительно небольшое количество работ по организмам-эндосимбионтам, населяющим мантийную полость и внутренние органы моллюска. Необходимость подобных исследований осо-

*Настоящая работа является частью исследований, проводимых в рамках Международного исследовательского консорциума по симбионтам моллюсков (http://www.nysm.nysed.gov/biology/ircoms/bio_ircoms.html). Финансовая поддержка осуществлена Белорусским Республиканским Фондом фундаментальных исследований (грант Б98М-012) и Белгосуниверситетом (гранты 511/51 и 636/51). Автор выражает признательность за техническое содействие Г. Г. Вежновец, М. В. Кокориной, М. П. Пляхневичу и Т. В. Жуковой (БГУ).