

На правах рукописи



ПОЗДЕЕВ ИВАН ВИКТОРОВИЧ

**РОЛЬ ЛИЧИНОК ХИРОНОМИД В ДОННЫХ СООБЩЕСТВАХ РЕК
БАСЕЙНА ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ КАМЫ**

Специальность: 03.00.18 – гидробиология

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук**

Санкт-Петербург – 2006

Работа выполнена в Пермском отделении Федерального Государственного Научного Учреждения «Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства» (ФГНУ «ГосНИОРХ»)

Научный руководитель:

кандидат биологических наук Алексеевна Маргарита Степановна

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук

Зинченко Татьяна Дмитриевна

кандидат биологических наук

Мицкевич Ольга Ивановна

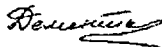
Ведущая организация: Зоологический институт РАН

Защита диссертации состоится “31” октября 2006 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета К 220.013.01. при ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства» по адресу: 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГНУ «ГосНИОРХ».

Автореферат разослан “29” 09 2006 года

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук



М.А. Дементьева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. Изучение закономерностей формирования и функционирования экологических систем различных водных объектов под влиянием природных и антропогенных факторов является одной из актуальных задач гидроэкологии (Алимов, 1991, 2001; Комулайнен, 2004).

Несмотря на то, что исследования р. Кама начались ещё в начале прошлого века, в экологическом плане водотоки её бассейна изучены фрагментарно и явно недостаточно. Ввиду труднодоступности многие средние и крупные реки региона остаются практически не исследованными, хотя оказывают существенное влияние на гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режимы рр. Камы и Волги и водохранилищ Волго-Камского каскада. Кроме того, они широко используются как рыбохозяйственные водоёмы, источники водоснабжения и рекреационные зоны.

Среди донных животных континентальных водоёмов особое место занимают личинки хирономид. Являясь руководящими формами в бентоценозах по видовому разнообразию, а часто и по количественным показателям, хирономиды имеют большое практическое значение как основной корм бентосоядных рыб, участвуют в процессах самоочищения воды, используются в качестве подопытных лабораторных животных в генетических исследованиях. Хирономиды, имея продолжительную водную стадию, отвечают всем требованиям, предъявляемым к индикаторным организмам; велика их значимость при оценке степени загрязнения и экологического состояния водоёмов и водотоков (Шилова, 1976; Балушкина, 1987; Зинчепко, 2002 и др.).

Цель и задачи. Цель настоящей работы – определение роли личинок хирономид в структуре и функционировании донных сообществ рек бассейна Верхней и Средней Камы. В процессе исследований решались следующие задачи:

- установить таксономический состав и структуру донных сообществ рек бассейна Верхней и Средней Камы;
- проследить ход сезонной и пространственной динамики состава зообентоценозов и их количественных показателей;
- определить структуру хирономидных сообществ в водотоках разного типа и изучить закономерности их сезонного и пространственного распределения;
- установить особенности размножения и роста массовых видов хирономид и рассчитать их продукцию;
- выявить изменения структуры и функционирования донных сообществ в связи с антропогенным воздействием;
- дать оценку качества воды в водотоках используя биологические методы.

Научная новизна. В результате проведённых исследований установлен таксономический состав бентофауны рр. Верхней Камы, Колвы, Вишеры, Чусовой, и их притоков. Впервые приводятся видовые списки хирономид и других донных животных для рр. Вишеры и Колвы. Для Верхней Камы и р. Чусовой списки видов значительно расширены и уточнены с учётом современной систематики. Прослежено

пространственное распределение зообентоценозов и установлена связь количественного развития донных животных и хирономид с длиной водотока. Впервые для р. Чусовой установлены закономерности сезонной динамики численности и биомассы донных животных, рассчитаны структурно-функциональные параметры бентофауны, удельная скорость роста и число генераций массовых видов хирономид; прослежены изменения в структурно-функциональных характеристиках зообентоса под влиянием комплексного загрязнения.

Практическая значимость. Видовой состав бентофауны, его разнообразие и распределение является основой для проведения мониторинговых и охранных мероприятий на водотоках Прикамья. Полученные материалы по бентофауне исследованных рек могут быть использованы как фоновые для оценки их естественного состояния, а в рр. Вишере и Чусовой установлен характер изменений зообентоценозов под влиянием естественных и антропогенных факторов. Личинки хирономид имеют большое практическое значение как основной корм многих бентосоядных рыб, что особенно актуально в условиях рек бассейна Верхней и Средней Камы, большинство которых относится к высшей рыбохозяйственной категории. Результаты исследований расширяют представления о структурно-функциональных особенностях зообентоса лотических систем как целого и хирономид в его составе.

Апробация работы. Результаты работы докладывались на IX молодежной конференции «Актуальные проблемы биологии и экологии» (Сыктывкар, 2002); ежегодной молодежной конференции «Проблемы глобальной и региональной экологии» (Екатеринбург, 2003); Международной конференции «Экологические проблемы бассейнов крупных рек» (Тольятти, 2003); конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.А. Черновского (Санкт-Петербург, 2004); Международной конференции «Водная экология на заре XXI века» (Санкт-Петербург, 2005). Результаты исследований вошли в отчеты НИР и разработки ОДУ Пермского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ».

Декларация личного участия автора. Работа над диссертацией проводилась автором в период комплексных исследований сотрудников Пермского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ» с 2002 по 2005 гг. Также в диссертацию вошли материалы, собранные автором в ходе прохождения производственной практики на кафедре зоологии беспозвоночных и водной экологии ПермГУ в 2000-2002 гг. Сбор и анализ материала проведен автором, в случае коллективных работ – при его непосредственном участии. Доля личного участия автора в совместных публикациях пропорциональна числу авторов.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ, 5 – находятся в печати.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 197 страницах,

содержит 44 таблицы, 27 рисунков. Список цитируемой литературы насчитывает 192 источника, из которых 28 на иностранных языках.

Благодарности. Автор выражает искреннюю признательность научному руководителю, к.б.н. М.С. Алексеевниной, директору Пермского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ», Ю.И. Щербенку, д.б.н. Н.А. Шобанову (ИБВВ РАН), д.б.н. В.В. Богатову (БПИ ДВО РАН), к.б.н. Е.В. Балушкиной (ЗИН РАН), к.б.н. Н.Н. Панькову (ПГУ), к.б.н. О.В. Зориной (БПИ ДВО РАН). Я признателен моим коллегам и друзьям ст.н.с. А.М. Истоминой (ГосНИОРХ), м.н.с. В.П. Коняеву (ГосНИОРХ), м.н.с. О.В. Харитоновой (ИЭРиЖ УрО РАН), Е.Ю. Крайневу, сотрудникам Пермского отделения ФГНУ «ГосНИОРХ», сотрудникам СЮН (г. Чусовой), учителю МОУ №1 г. Чердыни Н.Н. Григорьевой, семье Мусихиных, оказавшим помощь в ходе выполнения работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

Район исследования почти целиком расположен в Пермском крае и охватывает реки Чусовая, Колва, среднее и нижнее течение Вишеры, верхнее течение Камы, и их притоки: 55-60° в.д. и 56-61° с.ш. Часть бассейна р. Чусовой лежит за Уральским хребтом в Свердловской и Челябинской областях (рис. 1). Отдельные участки рек (верхнее течение р. Камы, нижние течения рр. Колвы и Вишеры) протекают по восточной окраине Европы, занимая часть Русской равнины, другие (Чусовая, верхнее и среднее течение Колвы и Вишеры) протекают по территории Горного Урала.

Неравномерное распределение климатических условий и географическая гетерогенность территории определяет своеобразие условий стока и гидрологического режима рек в различных субрегионах Прикамья. Областью наиболее интенсивного питания рек является горный район, в целом модули стока в бассейнах исследованных рек велики (8,0-22,7 л/с с 1 км²). Реки бассейна Верхней и Средней Камы относятся к типу водотоков с четко выраженным весенним половодьем, летне-осенними дождевыми паводками и устойчивой длительной зимней меженью. В питании рек преимущественное значение имеют снеговые воды. В пределах возвышенных частей горного Урала велика роль дождей и подземного питания. Амплитуда многолетних колебаний уровня воды составляет в среднем на изученных участках рек 4,9-7,8 м. Реки Прикамья относятся к широтной зоне гидрокарбонатно-кальциевых вод, преобладают воды с малой (до 0,2 г/л) и средней (0,2-0,5 г/л) минерализацией (Химическая география..., 1967; Ресурсы..., 1973; Комлев, Черных, 1984). В целом в исследованных водотоках преобладают каменистые и песчаные грунты. Каменистые грунты часто покрыты обрастаниями (диатомовые и зелёные водоросли, мох), и в разной степени заилены.

Классификация исследованных нами рек по длине приведена по А.М. Комлеву и Е.А. Черных (1984), согласно которой самые малые водотоки (Ермаковка, Вороновка, Белая, Ольховка) имеют длину менее 10 км, очень малые (Кынок, Ослянка, Рассольная, Б. Сусай) – 11-50 км, малые (Поныш, Кумыш, Сылвица, Ямжач) – 51-100 км, средние (Койва, Берёзовая, Колва, Вишера) – 101-500 км, большие (Чусовая) – 501-1000 км, очень большие (Кама) – более 1000 км. Также были изучены 4 безымянных водотока длиной менее 1 км, выделенные нами в отдельную группу – ручьи.

Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для диссертационной работы послужили экспедиционные и стационарные сборы макрозообентоса, проведённые в 2000 – 2005 гг. на реках бассейна Верхней и Средней Камы (591 проба). Экспедиционные исследования проводились на реках Колва (76), Вишера (97), Чусовая (216), Верхней Каме (44 пробы), также обследованы отдельные притоки рр. Чусовой, Вишеры и Колвы на удалении от их устья до 500 м вверх по течению. Всего в ходе экспедиций отобрано 433 пробы макрозообентоса, из которых 336 – количественных и 97 – качественных. Во время стационарных наблюдений с марта 2004 г. по март 2005 г. на р. Чусовой в районе г. Чусового собрано 158 количественных проб бентофауны.



Рис. 1. Карта-схема бассейна Верхней и Средней Камы (флажками указаны места отбора проб).

В сборе и обработке материала руководствовались общепринятыми в гидробиологии методами (Жадин, 1960; Методика изучения..., 1975; Методическое пособие..., 1982; Методические рекомендации..., 1984). Анализ данных выполнен в пакетах программ Microsoft Excel и StatSoft Statistica 6.0. Для приведения к

нормальности переменные логарифмировали, для проверки гипотез использовали статистику Фишера.

В среднем и нижнем течении рек отбор проб зообентоса производили на гидробиологических разрезах, приуроченных к типичным участкам водотока. На каждом разрезе брали по 3 зообентические пробы: лево- и правобережная рипаль и медиаль реки. В верхнем течении рек и в притоках донных животных отбирали на наиболее типичных биотопах.

Сбор проб зообентоса осуществляли с помощью гидробиологического скребка (Жадин, 1960) с длиной ножа 0.2 м. Также использовали штанговый пружинный дночерпатель с площадью захвата 0.0125 м². На валунных и валунно-галечных грунтах побережья и медиали водотоков, где использование указанных орудий сбора крайне затруднено, применяли метод Шредера в модификации В.И. Жадина (Жадин, 1960). Одновременно со сбором проб зообентоса измеряли глубину, температуру и прозрачность воды, скорость течения, отмечали тип грунта, наличие и степень заиления, уровень развития макрофитов и водорослевых обрастаний.

При выделении зообентоценозов учитывали видовой состав животных, их частоту встречаемости, численность, биомассу, на основе этих показателей рассчитывали индекс доминирования Броккой-Зенкевича в модификации Ф.Д. Мордухай-Болтовского (Методика исследования..., 1975) и индекс видового разнообразия Шеннона.

Для установления закономерностей распределения и функционирования донных сообществ и личинок хирономид в условиях различной антропогенной нагрузки, станции отбора проб были расположены на участке р. Чусовой выше и ниже места сбросов сточных вод Чусовского металлургического завода (ЧМЗ) и места сброса "условно чистых вод" очистных сооружений (ОС) г. Чусового.

Продукция хирономид рассчитана для двух массовых форм – *M. gr. pedellus* и *Th. gr. lentiginosa* – методом суммирования суточных приростов, предложенным А.С. Константиновым (Константинов, 1960; Константинов, Нечваленко, 1968; Алексеевнина, 1974). Функционально-энергетические параметры донных сообществ и личинок хирономид в их составе рассчитывали на основе приведенных в литературе формул (Винберг, 1962; Сушня, 1972; Камлюк, 1974; Алимов, 1979, 1981; Заика, 1983; Годераш, 1984; Балушкина, 1987; Голубков, 2000).

Для оценки качества вод использованы следующие показатели: индекс *No/Nc* (Goodnight, Whitley, 1961); индекс *Kch* (Балушкина, 1976); биотический индекс *BI* (Woodiwiss, 1964); индекс сапротаксоности *St* (Яковлев, 1988); интегральный показатель *IP* (Балушкина, 1997, 2002).

Глава 3. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе описывается современное состояние основных направлений изучения ссем. Chironomidae (Diptera): систематики, генетики, фаунистики и функционирования. Приводится краткий обзор исследований бентофауны рек бассейна Верхней и

Средней Камы, при этом основное внимание уделяется видовому составу и роли личинок хирономид в количественных показателях донных сообществ.

Глава 4. МАКРОЗООБЕНТОС РЕК БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ КАМЫ

4.1. Таксономический состав и представленность макрозообентоса

В результате исследований бентофауны в водотоках бассейна Верхней и Средней Камы идентифицировано 344 таксона видового ранга, принадлежащих к 8-ми классам: Nematoda, Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Gastropoda, Crustacea, Arachnida и Insecta (табл. 1). Нематоды и водяные клещи в исследованных нами водотоках отмечались часто, но не учитывались, поскольку представители этих таксонов являются компонентом эумейобентоса.

Таблица 1

Число видов и форм в основных таксономических группах бентофауны рек бассейна Верхней и Средней Камы

Группа	Чусовая	Вишера	Колва	В.Кама	ВСЕГО
Oligochaeta	20	20	9	8	26
Hirudinea	5	4	2	4	5
Bivalvia	8	2	2	3	8
Gastropoda	12	10	5	2	16
Plecoptera	10	10	6	2	14
Ephemeroptera	17	15	16	10	26
Trichoptera	23	15	16	5	27
Coleoptera	4	4	4	0	6
Chironomidae	142	109	103	61	180
Прочие*	26	12	25	8	36
ВСЕГО	267	201	188	103	344

*Прочие: Crustacea, Aranei, Megaloptera, Odonata, Heteroptera, Lepidoptera, Hymenoptera, Athericidae, Ceratopogonidae, Culicidae, Cyndrotomidae, Limoniidae, Empididae, Muscidae, Psychodidae, Rhagionidae, Scatopsidae, Sciaridae, Simuliidae, Syrphidae, Tabanidae, Tipulidae.

Основу макрозообентоса изученных водотоков составляют насекомые, представленные 286-ю видами, относящимися к 10-ти отрядам: Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, Megaloptera, Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera и Diptera. Наиболее обширной по числу видов в уральских реках, как и в других водотоках, является дигтерофауна, включающая 16 семейств, среди которых самым высоким разнообразием отличается сем. Chironomidae (180 видов и форм). В целом в бентосе достаточно разнообразны ручейники (27), подёнки (26), малощетинковые черви (26) и моллюски (24).

Бентофауна реки Чусовая представлена 267 видами, из них 142 вида относится к семейству Chironomidae. К массовым формам (встречаемость более 50%) на разных участках реки относились олигохеты *Lumbriculus variegatus* (Muell.), пиявки

Erpobdella octoculata (L.), *Helobdella stagnalis* (L.), моллюски *Lymnaea lagotis* (Schr.), подёнки *Caenis macrura* Steph., *Ephemera lineata* Eaton, хирономиды *A. monilis*, *M. gr. pedellus*, *Th. gr. lentiginosa*, жуки сем. Elmidae, двукрылые насекомые сем. Ceratopogonidae и двустворчатые моллюски сем. Euglesidae.

В составе донных сообществ р. Вишеры отмечен 201 вид беспозвоночных, большую часть видового состава (109) формируют хирономиды. Частота встречаемости более 50% отмечена только для 3 форм хирономид: *M. gr. pedellus*, *M. bathyphila* и *Th. gr. lentiginosa*.

В бентофауне р. Колвы установлено 188 таксонов, наибольшее разнообразие (103 вида и формы) обеспечивают хирономиды. В число массовых форм входят олигохеты *Stylodrilus heringianus* Clap., *Tubifex newaensis* (Mich.) и хирономиды *Th. gr. lentiginosa*, *C. gr. bicinctus*, *P. confusus*.

На исследованном участке Верхней Камы зарегистрировано 103 вида донных беспозвоночных, 61 вид и форма являются представителями хирономид. Высокая частота встречаемости характерна для олигохет *T. newaensis*, подёнок *Heptagenia sulphurea* (Muell.), *Ephemerella ignita* (Poda), *C. macrura*, хирономид *S. crassiforceps*, и мокрецов (сем. Ceratopogonidae).

В исследованных притоках рр. Чусовой, Вишеры и Колвы количество видов зообентоса распределяется следующим образом: в ручьях отмечено 43 вида животных, в самых малых реках – 51, в очень малых – 83, в малых – 105, в средних – 89.

В целом, доля хирономид в видовом разнообразии бентофауны крупных рек и их притоков достаточно постоянна и составляет 52-60%.

4.2. Пространственное распределение донных сообществ

В результате исследования бентофауны рек бассейна Верхней и Средней Камы нами установлен характер распределения донных сообществ. Средневзвешенные (по относительной площади занимаемого биотопа) величины биомассы и численности донных животных всех исследованных водотоков находились в пределах от 2.05 до 10.90 г/м² и 1.0-7.6 тыс.экз./м².

Средневзвешенная биомасса донных беспозвоночных на разных участках реки Чусовая варьировала от 8.13 до 10.90 г/м² ($F(2; 152)=1.59$, $p=0.21$, при 5% уровне значимости), численность – от 2.6 до 6.6 тыс.экз./м². Личинки хирономид формировали 4-10% биомассы и 30-46% численности донных сообществ. В биомассе зообентоса верхнего участка преобладали ручейники (58%), велика роль подёнок (16%) и хирономид (5%). В среднем течении ручейники, подёнки и хирономиды определяли величину численности зообентоса (77%), тогда как ведущую роль в весовом отношении играли двустворчатые моллюски сем. Sphaeriidae (44%). К нижнему течению происходит значительное увеличение биомассы олигохет (27%) и пиявок (18%), возрастает роль хирономид (10%) и роющих подёнок (25%). Наибольшее распространение на всём протяжении реки получает литореофильный

зообентоценоз с доминированием в верхнем и среднем течении ручейников *r. Hydropsyche*, подёнок *H. sulphurea*, *E. ignita*, и моллюсков *Rivicoliana rivicola* (Lamarck); в нижнем течении – олигохет *T. newaensis*, пиявок *E. octoculata*, *H. stagnalis*, подёнок *E. lineata*, хирономид *M. gr. pedellus*, *Th. gr. lentiginosa*.

Средневзвешенные численность и биомасса зообентоса реки Вишера составили в среднем течении 7.6 тыс.экз./м² и 10.17 г/м², в нижнем – 2.6 тыс.экз./м² и 4.28 г/м². Снижение биомассы зообентоса от среднего течения к нижнему статистически значимо: $F(1; 68)=4.87$, $p=0.03$, при 5% уровне. Как в численном (70-74%), так и в весовом отношении (38-46%), преобладали личинки хирономид. Наибольшее распространение в среднем течении реки получил литопелореофильный зообентоценоз с доминированием хирономид *M. gr. pedellus*, в нижнем – псаммореофильный зообентоценоз "*S. crassiforceps*+*T. newaensis*".

Средневзвешенные биомасса и численность донных животных реки Колва возрастали от верхнего течения (2.05 г/м² и 1.0 тыс.экз./м²) к среднему (10.90 г/м² и 6.1 тыс.экз./м²) и снижались к нижнему (2.41 г/м² и 1.8 тыс.экз./м²). Повышение биомассы зообентоса от верхнего течения к среднему ($F(1; 33)=19.34$, $p=0.00$, при 5% уровне), и снижение к нижнему ($F(1; 36)=13.98$, $p=0.00$, при 5% уровне) подтверждается F-критерием. В верхнем течении реки наибольшей долей в биомассе бентофауны отличаются ручейники (31%), жуки (22%) и хирономиды (9%). В среднем течении эти животные занимают ведущее положение в численном отношении, основу биомассы зообентоса составляют моллюски (46%), в нижнем течении – хирономиды (24%) и олигохеты (21%). Наибольшие площади дна в верхнем течении занимал зообентоценоз с преобладанием олигохет *S. heringianus* и веснянок *Leuctra digitata* Kemp.; в среднем течении – сообщество, в котором доминировали ручейники *Hydropsyche pellucidula* Curtis, подёнки *H. sulphurea*, брюхоногие моллюски *L. lagotis*, *Cincinna depressa* (C. Pfeif.), и хирономиды *C. gr. bicinctus*; в нижнем течении – псаммопелореофильный зообентоценоз "*T. newaensis*+*S. crassiforceps*". Личинки хирономид обеспечивали на разных участках реки от 9 до 24% биомассы и 57-74% численности зообентоса.

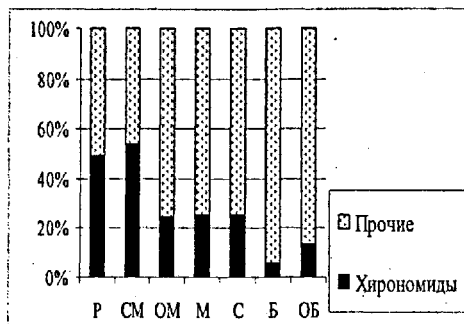


Рис. 2. Доля личинок хирономид в биомассе донных сообществ водотоков разной длины (Р – ручьи, СМ – самые малые, ОМ – очень малые, М – малые, С – средние, Б – большие, ОБ – очень большие реки).

Средневзвешенная численность и биомасса бентосных беспозвоночных Верхней Камы составила соответственно 5.9

тыс. экз./м² и 7.70 г/м². В численном отношении преобладали личинки хирономид (60%) и олигохеты (34%), в весовом – доминировали моллюски (74%), доля хирономид невелика – 14%. Наибольшее распространение в Верхней Каме получил зообентоценоз с доминированием хирономид *S. crassiforceps*, занимающий песчаную медаль реки.

Исследования бентофауны притоков показали, что наименьшие величины биомассы донных сообществ (2.57-4.44 г/м²) отмечены в водотоках меньшей протяжённости – ручьях, очень малых и самых малых реках. В малых и средних притоках биомасса донных животных значительно выше (6.10-6.76 г/м²). Доля хирономид в весовом отношении (рис. 2) оказалась наибольшей в ручьях и самых малых реках и составила (49-54%), в очень малых, малых и средних реках их роль снижается (24-26%) и достигает наименьших значений в больших и очень больших водотоках (4-14%).

Таким образом, в численном отношении в макрозообентосе водотоков разной длины и на различных участках одного водотока преобладают личинки хирономид. Биомасса бентофауны последовательно возрастает ($F(6, 389)=18.50$; $p=0.00$ при 5% уровне значимости) с увеличением длины водотока от ручьев и самых малых водотоков к большим и очень большим рекам. При этом относительные величины биомассы хирономид в составе донных сообществ ($F(6, 389)=22.58$; $p=0.00$ при 5% уровне значимости) снижаются.

Глава 5. ХИРОНОМИДЫ РЕК БАССЕЙНА ВЕРХНЕЙ И СРЕДНЕЙ КАМЫ

5.1. Видовой состав хирономидофауны

За время наших исследований водотоков Верхней и Средней Камы идентифицировано 180 видов и форм личинок хирономид, представителей 6 подсемейств (табл. 2). Наибольшее число видов принадлежит подсемействам Chironominae (75 видов и форм, при этом триба Chironomini представлена 48 видами, триба Tanytarsini – 27) и Orthocladinae (75), затем по видовому разнообразию следуют Tanypodinae (17), Diamesinae (8), Prodiamesinae (4) и Podonominae (1).

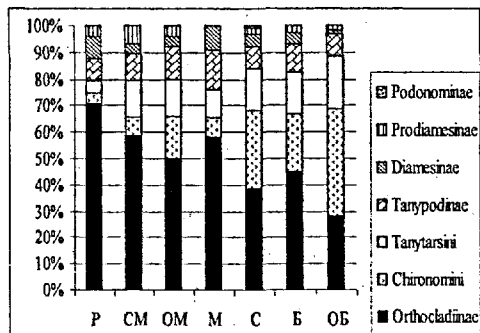


Рис. 3. Соотношение числа видов хирономид разных подсемейств в водотоках разной длины (Р – ручьи, СМ – самые малые, ОМ – очень малые, М – малые, С – средние, Б – большие, ОБ – очень большие).

Видовое разнообразие хирономид возрастает от ручьев (24) к большим рекам (142). При этом суммарная доля видов основных

подсемейств Chironominae и Orthoclaadiinae во всех водотоках достаточно постоянна – 76-89% (81.3 ± 1.6), но соотношение видов этих подсемейств в разных реках значительно варьирует. Относительное число видов ортокладиин снижается ($F(1; 5)=19.26$, $p=0.01$, при 5% уровне значимости) от ручьёв (71%) к очень большим рекам (31%). Доля видов триб Chironomini и Tanytarsini, составляющих подсемейство Chironominae, наоборот возрастает ($F(1; 5)=16.57$, $p=0.01$, при 5% уровне значимости): в ручьях на каждый из этих таксонов приходится по 4% общего видового состава хирономиофауны, в очень больших реках – 51 и 23% соответственно (рис. 3).

Таблица 2

Видовой состав и встречаемость (%) хирономид в изученных водотоках

№	Таксон, вид	Чусовая	Вишера	Кама	Колва
1	2	3	4	5	6
	Подсемейство Podonominae				
1	<i>Lasiodiamesa sphagnicola</i> (Kieff.)	0	0	0	1.5
	Подсемейство Tanytopodinae				
2	<i>Ablabesmyia longistyla</i> Fitt.	0.1	0	0	0
3	<i>A. monilis</i> (L.)	22.1	6.7	10.0	18.4
4	<i>A. phatta</i> (Eggert)	6.1	0	7.5	2.2
5	<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i> (Zett.)	0.5	0.8	0	0
6	<i>Clinotanypus nervosus</i> Mg.	0.1	0	0	0
7	<i>Conchapelopia</i> sp.	2.2	0	0	0
8	<i>Macropelopia nebulosa</i> (Mg.)	0	0.8	0	0
9	<i>Natarsia punctata</i> (Fabr.)	0.4	0	0	0
10	<i>Nilotanypus dubius</i> (Mg.)	10.7	0.1	2.5	0
11	<i>Paramerina</i> sp.	2.6	2.0	0	4.0
12	<i>Procladius choreus</i> Mg.	0.4	0	0	0
13	<i>P. ferrugineus</i> Kieff.	10.2	21.6	32.0	8.8
14	<i>Rheopelopia</i> sp.	8.5	2.9	0	1.4
15	<i>Telmatopelopia nemorum</i> (Goetgh.)	1.8	1.4	0	12.0
16	<i>Thienemannimyia</i> gr. <i>lentiginosa</i>	45.9	56.8	14.8	52.7
17	<i>Trissopelopia</i> sp.	0.4	1.4	0	0
18	<i>Xenopelopia falcigera</i> (Kieff.)	0	2.3	0	0
	Подсемейство Prodiamesinae				
19	<i>Monodiamesa bathyphila</i> (Kieff.)	1.8	25.9	17.4	6.2
20	<i>Odontomesa fulva</i> (Kieff.)	0.4	1.6	0	0
21	<i>Prodiamesa olivacea</i> (Mg.)	0.7	2.9	0	0
22	<i>P. ruffovitatta</i> Goetgh.	0.4	0	0	0
	Подсемейство Diamesinae				
23	<i>Diamesa amplexivirillia</i> Hansen	1.1	0	0	0
24	<i>D. heterodontata</i> Botn. et C.-C.	0	0.1	0	0
25	<i>Diamesa</i> sp. №1	4.8	2.8	0	2.0
26	<i>Diamesa</i> sp. №2	1.1	1.4	0	0
27	<i>Potthastia gaedii</i> (Mg.)	12.3	0.8	0	8.7
28	<i>P. longimana</i> Kieff.	3.3	14.0	7.3	4.7

1	2	3	4	5	6
29	<i>Pseudodiamesa branickii</i> (Nowicki)	0.1	4.2	0	0
30	<i>P. nivosa</i> (Goetgh.)	0	0	0	2.2
	Подсемейство Orthoclaadiinae				
31	<i>Acricotopus lucens</i> (Zett.)	0.1	0	0	0
32	<i>Brillia flavifrons</i> Joh.	0	0.8	0	2.0
33	<i>Corynoneura scutellata</i> Winn.	1.1	0.4	4.8	0
34	<i>Cricotopus albiforceps</i> (Kieff.)	2.5	0	0	0
35	<i>C. algarum</i> Kieff.	4.2	2.9	5.0	4.0
36	<i>C. gr. bicinctus</i>	3.3	0	0	28.0
37	<i>C. gr. cylindraceus</i>	17.0	23.4	15.0	4.4
38	<i>C. gr. festivellus</i>	1.7	2.0	0	0
39	<i>C. fuscus</i> (Kieff.)	0.4	0	0	0
40	<i>C. gr. laricomalis</i>	0	0.8	0	0
41	<i>C. nostocicola</i> Wirth	1.8	0	0	0
42	<i>C. gr. obnexus</i>	0	0	0	1.1
43	<i>C. pirifer</i> Hirv.	0	2.5	0	0
44	<i>C. gr. sylvestris</i>	1.6	5.8	9.7	1.1
45	<i>C. gr. tremulus</i> №1	6.4	0.8	0	0
46	<i>C. gr. tremulus</i> №2	5.2	2.8	0	2.0
47	<i>C. triannulatus</i> (Macq.)	1.8	0	0	0
48	<i>C. trifascia</i> Edw.	7.2	2.2	0	6.0
49	<i>C. vierriensis</i> Goetgh.	2.6	0	0	0
50	<i>Diplocadius cultriger</i> Kieff.	0.1	0	0	0
51	<i>Epicocadius flavens</i> (Mall.)	8.1	0.7	0	2.0
52	<i>Eukiefferiella gr. brehmi</i>	1.1	0	0	2.0
53	<i>E. gr. claripennis</i>	9.9	0.1	0	0
54	<i>E. gr. clypeata</i>	0	0	0	1.1
55	<i>E. gr. coerulescens</i>	1.1	0	0	0
56	<i>E. gr. cyanea</i>	2.6	0.7	2.4	0
57	<i>E. gr. devonica</i>	2.6	0.8	0	0
58	<i>E. gr. graciei</i>	4.9	0.7	0	0
59	<i>E. quadridentata</i> Tshern.	0.4	0	0	0
60	<i>E. gr. rectangularis</i>	0.4	0	0	0
61	<i>E. thernovskij</i> Pankr.	1.2	1.9	0	0
62	<i>Euricnemus crassipes</i> (Panzer)	0.4	0	0	0
63	<i>Heleniella ornatocollis</i> (Edw.)	0.1	0	0	0
64	<i>Heterotrissocadius gr. marcidus</i>	2.5	4.3	0	6.0
65	<i>Hydrobaenus gr. lapponicus</i>	0	2.9	2.4	2.2
66	<i>H. gr. pilipes</i>	0.4	0	0	4.4
67	<i>Limnophyes pentaplastus</i> (Kieff.)	0.7	2.9	0	0
68	<i>Nanocadius gr. bicolor</i>	0.8	0	7.5	4.0
69	<i>Orthocadius carlatus</i> (Roback)	0.7	0	0	0
70	<i>O. consobrinus</i> (Holmgr.)	0.7	0	0	0
71	<i>O. doreus</i> (Roback)	1.1	1.3	0	0

1	2	3	4	5	6
72	<i>O. (Euorthocladius) sp. №1</i>	2.2	0.7	0	0
73	<i>O. (Euorthocladius) sp. №2</i>	2.2	0	0	2.0
74	<i>O. frigidus</i> Zett.	1.8	0	0	0
75	<i>O. lapponicus</i> Goetgh.	1.8	0.8	0	0
76	<i>O. obumbratus</i> Joh.	17.0	4.6	0	2.7
77	<i>O. (Orthocladius) sp. №1</i>	6.2	7.8	9.5	7.2
78	<i>O. (Orthocladius) sp. №2</i>	0.7	0	0	0
79	<i>O. robacki</i> Sopenis	6.4	4.2	0	2.0
80	<i>O. saxicola</i> Kieff.	2.9	12.5	0	0
81	<i>O. thienemanni</i> Kieff.	4.0	4.2	0	3.4
82	<i>Paracricotopus niger</i> (Kieff.)	1.1	0	0	0
83	<i>Parakiefferiella bathophila</i> (Kieff.)	1.1	0	0	2.0
84	<i>P. gracillima</i> (Kieff.)	0.4	0	0	0
85	<i>Paralimnophyes hydrophilus</i> (Goetgh.)	0.8	6.7	21.6	1.1
86	<i>Paratrithocladius inaequalis</i> (Kieff.)	1.3	0.7	2.5	0
87	<i>P. triquetra</i> (Tshern.)	0.8	2.9	0	0
88	<i>Paratrithocladius excerptus</i> (Walker)	0.7	0	0	0
89	<i>Parorthocladius tridentifer</i> Linevitsh	0.7	2.5	2.4	1.1
90	<i>Psectrocladius fabricus</i> Zelenzov	0.7	4.1	29.0	2.0
91	<i>P. obivus</i> (Walker)	0.1	0	2.0	3.4
92	<i>P. psilopterus</i> (Kieff.)	0	0	4.9	0
93	<i>P. simulans</i> (Joh.)	2.0	0	5.0	0
94	<i>Rheocricotopus gr. atripes</i>	6.6	3.7	0	2.0
95	<i>Rh. gr. effusus</i>	0.7	0	0	0
96	<i>Smittia aquatilis</i> Goetgh.	0	2.9	0	0
97	<i>S. nana</i> Sychova	0	1.3	0	0
98	<i>Stilocladius clinopecten</i> Saether	0	0.8	0	0
99	<i>Synorthocladius semivirens</i> (Kieff.)	12.4	2.3	5.0	10.7
100	<i>Thienemannia gracilis</i> Kieff.	0.1	0	0	0
101	<i>Thienemanniella gr. clavicornis</i>	13.5	7.5	5.0	5.4
102	<i>Th. flaviforceps</i> Kieff.	0.1	0	0	0
103	<i>Thienemanniella sp.</i>	0	0.8	0	0
104	<i>Tvetenia gr. bavarica</i>	3.1	0	0	0
105	<i>T. gr. discoloripes</i>	2.6	1.4	0	1.4
Подсемейство Chironominae					
Триба Chironomini					
106	<i>Beckidia zabolotzkyi</i> (Goetgh.)	0	0	0	1.4
107	<i>Chironomus agilis</i> Schobanov et Djomin	0	0	22.5	4.0
108	<i>Ch. annularius</i> Mg.	0	0	7.5	0
109	<i>Ch. anthracinus</i> Zett.	2.0	4.6	14.5	2.2
110	<i>Ch. obstusidens</i> Goetgh.	1.4	14.2	4.8	6.6
111	<i>Ch. gr. obstusidens</i>	0	0.7	0	6.0
112	<i>Ch. plumosus</i> (L.)	0	0	0	1.1
113	<i>Cladopelma gr. lateralis</i>	0	0.7	0	0

1	2	3	4	5	6
114	<i>Cryptochironomus dneprinus</i> Pankr.	0	2.1	0	0
115	<i>C. gr. defectus</i>	1.7	9.9	24.4	15.0
116	<i>Cryptochironomus</i> sp. (Ch-nae gen №9, Lip.)	0.4	0	5.0	0
117	<i>Cryptotendipes nigronitens</i> (Edw.)	0.7	1.6	0	1.4
118	<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (Zett.)	2.3	4.6	14.7	14.4
119	<i>Dicrotendipes nervosus</i> (Staeger)	1.7	0.7	22.2	1.1
120	<i>Glyptotendipes glaucus</i> (Mg.)	0	0	2.5	0
121	<i>G. gripekoveni</i> (Kieff.)	0	0	2.5	0
122	<i>G. paripes</i> (Edw.)	0	0	2.4	1.4
123	<i>Harnischia curtilamellata</i> (Mall.)	3.4	2.2	14.9	4.8
124	<i>Lipiniella araneicola</i> Shilova	0	0.7	4.9	2.7
125	<i>L. moderata</i> Kalugina	0	1.9	9.8	1.4
126	<i>Microchironomus tener</i> (Kieff.)	0.7	0.7	7.5	3.1
127	<i>Microtendipes gr. pedellus</i>	28.2	31.8	14.8	11.5
128	<i>M. gr. ridalensis</i>	0.1	0	0	0
129	<i>Nilothauma brayi</i> (Goetgh.)	12.6	6.7	0	0
130	<i>Omisus caledonicus</i> (Edw.)	0	0	15.0	0
131	<i>Parachironomus arcuatus</i> (Goetgh.)	0.6	0	0	0
132	<i>Paracladopelma camptolabis</i> (Kieff.)	0.3	10.5	2.5	4.0
133	<i>P. gr. nais</i>	0.8	0	0	4.0
134	<i>P. rolli</i> (Tshern.)	0	0.7	0	1.1
135	<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i> (Mall.)	0	0.8	10.0	13.7
136	<i>Paratendipes albimanus</i> (Mg.)	4.4	3.8	0	0
137	<i>Phaenopsectra flavipes</i> (Mg.)	1.4	4.9	0	0
138	<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieff.	1.3	3.5	2.5	10.0
139	<i>P. convictum</i> (Walker)	4.5	0.8	0	1.4
140	<i>P. cultellatum</i> Goetgh.	0.7	2.9	0	0
141	<i>P. exsectum</i> (Kieff.)	0.7	0.7	0	0
142	<i>P. nubeculosum</i> (Mg.)	2.4	3.2	5.0	1.1
143	<i>P. pedestre</i> (Mg.)	0.4	2.9	0	4.0
144	<i>P. scalaenum</i> (Schränk)	11.6	33.7	24.5	6.8
145	<i>P. sordens</i> (v.d. Wulp)	0	0	0	2.0
146	<i>Polypedilum</i> sp. (Ch-nae gen. №3, Lip.)	4.8	3.1	0	0
147	<i>Robackia demeljei</i> (Kruseman)	0.1	3.6	5.0	9.3
148	<i>Saetheria</i> sp.	0	0.8	0	0
149	<i>Stenochironomus gibbus</i> (Fabr.)	0.1	0	0	0
150	<i>Stictochironomus "connectens №2"</i> (Lip.)	0	5.4	11.9	2.2
151	<i>S. crassiforceps</i> (Kieff.)	0.9	33.3	53.1	28.3
152	<i>S. gr. histrio</i>	0.1	0.7	0	0
153	<i>Xenochironomus xenolabis</i> Kieff.	0.7	0	0	0
	Триба Tanytarsini				
154	<i>Cladotanytarsus gr. mancus</i>	2.0	2.0	4.8	4.0
155	<i>C. gr. vanderwulpi</i>	2.1	3.5	0	4.0
156	<i>C. №2</i> (Zvereva)	0.1	0	25.0	0

1	2	3	4	5	6
157	<i>C. №3 (Zvereva)</i>	0	0	5.0	2.2
158	<i>C. №5 (Zvereva)</i>	0	0	0	5.3
159	<i>C. №7 (Zvereva)</i>	0	0	10.0	0
160	<i>Cladotanytarsus sp.</i>	0.4	0	0	5.4
161	<i>Constempellina brevicosta (Edw.)</i>	1.5	0	0	0
162	<i>Micropsectra curvicornis Tshern.</i>	5.7	11.3	12.3	6.0
163	<i>M. gr. junci</i>	7.4	8.6	0	1.4
164	<i>M. viridiscutellata Goetgh.</i>	0.5	0	0	0
165	<i>Paratanytarsus austriacus (Kieff.)</i>	4.1	4.6	4.9	3.1
166	<i>P. confusus (Palm.)</i>	7.5	0	0	12.0
167	<i>Rheotanytarsus curtistylus Goetgh.</i>	5.5	3.8	2.4	2.4
168	<i>Stempellina almi Brundin</i>	0.4	0	5.0	0
169	<i>S. bausei (Kieff.)</i>	0.9	2.9	0	4.7
170	<i>S. subglabripennis (Brundin)</i>	0	0	0	7.2
171	<i>Stempellinella minor (Edw.)</i>	0	0.7	5.0	1.4
172	<i>Tanytarsus gr. exavatus</i>	0.1	2.5	0	1.1
173	<i>T. gr. lestagei</i>	1.5	2.0	0	4.0
174	<i>T. medius Reiss et Fitt.</i>	2.5	2.3	20.0	11.6
175	<i>T. pallidicornis (Walker)</i>	6.4	0	0	8.0
176	<i>T. pseudolestagei Shilova</i>	1.4	0	22.5	0
177	<i>T. verralli Goetgh.</i>	2.2	15.8	14.9	2.4
178	<i>T. usmaensis Pagast</i>	1.4	3.7	0	6.4
179	<i>Tanytarsus sp.</i>	0.5	0	0	0
180	<i>Virgatanytarsus arduennensis (Goetgh.)</i>	14.6	2.8	0	0
Всего видов		142	109	61	103

5.2. Структура хириноmidных сообществ

Во всех исследованных реках наибольшее распространение получают 3 хириноmidных сообщества. На каменистых грунтах с обрастаниями в медиали формируются хириноmidоценозы с доминированием таниподин *Th. gr. lentiginosa* и *A. monilis*. При значительном обрастании грунта эпилитомом к таниподинам присоединяются ортокладиины *C. gr. cylindraceus*, *E. gr. claripennis*, *S. semivirens* и некоторые другие формы. Это наиболее стабильное хириноmidное сообщество: для него свойственно малое варьирование величин численности, биомассы и индекса видового разнообразия (табл. 3).

Хириноmidоценозы "*M. gr. pedellus*+*Th. gr. lentiginosa*" типичны для предгорных участков рек и занимают каменистые грунты с заилением. В состав доминантных комплексов также входят *P. gaedii*, виды р. *Orthocladius*, *P. ferrugineus*. В составе литопелореофильных комплексов отмечено наибольшее число видов хириноmid и высокие показатели их численности и биомассы.

Широкое распространение на чистых и заиленных песчаных грунтах рек получают хириноmidоценозы в которых доминирует *S. crassiforceps*, роль

субдоминантов играют *R. demejerei*, *O. caledonicus* и *P. nubeculosum*. В составе псаммофильных сообществ отмечено 75 видов, величина индекса Шеннона оказалась наименьшей. Для сообщества "*S. crassiforceps*" свойственно варьирование величин численности, биомассы и индекса видового разнообразия в условиях разной скорости течения и степени заиления грунта.

Таблица 3

Структура наиболее распространённых хирономидных комплексов
в реках бассейна Верхней и Средней Камы

Доминантный комплекс	$N \pm m$	$B \pm m$	S	$H \pm m$	Занимаемый тип грунт
<i>Th. gr. lentiginosa</i> , <i>A. monilis</i>	1892±343	0.39±0.07	63	3.42±0.11	Каменистые грунты с обрастаниями
<i>M. gr. pedellus</i> , <i>Th. gr. lentiginosa</i>	3541±756	1.65±0.53	108	3.24±0.13	Каменистые грунты с заилением
<i>S. crassiforceps</i>	1504±554	1.26±0.72	75	2.05±0.31	Песчаные грунты

Примечание: N – численность, экз./м², B – биомасса, г/м², H – индекс Шеннона, бит/экз., m – ошибки средних, S – число видов.

Другие хирономидные сообщества – "*G. paripes*", "*Ch. obtusidens*", "*P. ferrugineus*" и др., занимающие глинистые, илистые и песчано-илистые грунты, имеют локальное распространение.

Глава 6. СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ МАКРОЗООБЕНТОСА И ЛИЧИНОК ХИРОНОМИД Р. ЧУСОВОЙ

Сезонная динамика развития зообентоса р. Чусовой может быть описана кривыми с подъёмами численности в марте, июне и октябре, биомассы – в марте и сентябре. В течение зимы (к марту) значительно возрастает биомасса амфиботических насекомых, летом и осенью в весовом отношении преобладают первичноводные животные, главным образом брюхоногие моллюски. Велика роль хирономид в динамике численности донных животных, подъёмы плотности поселений их определяют максимумы развития зообентоса в целом. Роль хирономид в динамике биомассы зообентоса не столь велика.

В динамике численности и биомассы личинок хирономид в течение года наблюдалось 3 подъёма (рис. 4). Первое увеличение численности, в меньшей мере – биомассы, приходилось на июнь. Максимум количественных показателей хирономид отмечен в июле. Летние подъёмы численности и биомассы в целом не сопровождалось значимым увеличением индивидуального веса особей. Третий подъём количественных показателей приходится на окончание биологической зимы (март). Начиная с августа, средний индивидуальный вес личинок постоянно возрастал и достигал максимальных величин в декабре. В конце мая происходит значительное снижение численности, биомассы и среднего индивидуального веса, что обусловлено их массовым вылетом.

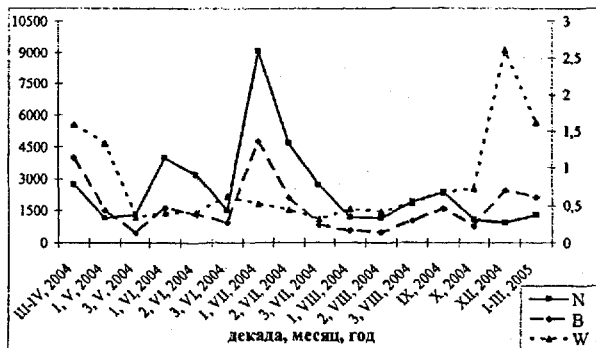


Рис. 4. Сезонная динамика численности (N , экз./м²), биомассы (B , мг/м²) и среднего индивидуального веса (W , мг) личинок хирономид р. Чусовой (стационарные наблюдения 2004-05 гг.).

Сопоставление данных по численности,

биомассе, среднему индивидуальному весу, паличию в пробах личинок на стадии ВГС и наблюдений за летом имаго, позволило выяснить число генераций массовых видов. Большая часть видов хирономид на исследованном участке р. Чусовой является моно- и дициклическими. Моноциклические виды (*P. scalaenum*, *A. monilis*, *E. flavens*) дают одну полную генерацию в год с массовым вылетом в июне. Дидициклические формы имеют одну полную и одну частичную генерацию (*M. gr. pedellus*, *P. confusus*), или две полные генерации (*Th. gr. lentiginosa*, *P. ferrugineus*, *O. obumbratus*) с вылетами в конце мая и августе-сентябре. В течение всего года в хирономидофауне доминируют *M. gr. pedellus* и *Th. gr. lentiginosa*.

Глава 7. СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАКРОЗООБЕНТОСА И ЛИЧИНОК ХИРОНОМИД Р. ЧУСОВОЙ В ЗОНЕ АНТРОПОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ

Бентофауна р. Чусовая была исследована на фоновых участках, типичных для реки и испытывающих хроническое загрязнение отдельными поллютантами (хром, марганец), и загрязняемых участках, подверженных влиянию сточных вод Чусовского металлургического комбината и условно чистых вод очистных сооружений г. Чусового (Состояние и охрана..., 1999).

В зоне загрязнения водотока наблюдаются перестройки в структуре и функционировании донных сообществ. Структурные изменения выражены в снижении числа видов и увеличении степени доминирования отдельных форм, функциональные — в перераспределении и, зачастую, в снижении общего потока энергии, проходящего через зообентонтов. Так, выявлено значительное повышение роли олигохет и пиявок на загрязняемых участках реки, снижение доли в биомассе и численности зообентоса моллюсков и ручейников. Увеличивается относительное количество хищных форм — пиявок и танипозидов. Величины продукции и трат на обмен донных животных населяющих загрязнённые участки реки, снижаются на порядок, значительно сокращается весь объём энергии, проходящей через донные сообщества, относительно таковых на фоновых участках водотока (рис. 5).

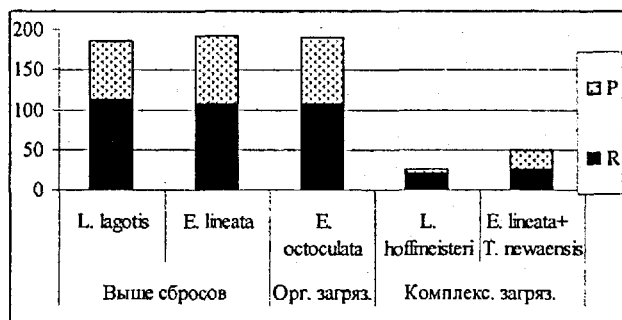


Рис. 5. Продукция (P, ккал/м²) и деструкция (R, ккал/м²) донных сообществ за сезон на разных участках р. Чусовой

Наибольшее количество энергии (185.76-192.03 ккал/м²

за сезон) ассимилируют животные в составе зообентоценозов, занимающих фоновые участки реки – "*L. lagotis*", "*E. lineata*" и участки, подверженные органическому загрязнению – "*E. octoculata*". Донным сообществам, формирующимся на участках реки, подвергающихся комплексному загрязнению ("*E. lineata* + *T. newaensis*" и "*Limnodrilus hoffmeisteri* Clap."), свойственно значительное снижение величин ассимилированной за вегетационный сезон энергии (26.37-49.54 ккал/м²).

Показатели общего потока энергии, проходящего через личинок хирономид на разных участках р. Чусовой значительно варьировали. Так, большие величины ассимилированной энергии отмечены для хирономид зообентоценозов "*L. lagotis*" (участок выше сбросов) и "*E. octoculata*" (участок, подверженный органическому загрязнению). Меньшие величины ассимиляции отличают хирономид в составе донных сообществ "*E. lineata*" и "*E. lineata* + *T. newaensis*". Однако, как на фоновых, так и на загрязняемых участках, на долю личинок хирономид приходится 1/6 часть от общего потока энергии, проходящего через донные сообщества.

В среднем, хирономидами на исследованном участке р. Чусовой продуцируется около 5 ккал/м² за сезон при средней биомассе 0.72 ккал/м². Продукция массовых форм за вегетационный сезон составила для *M. gr. pedellus* 6.70 г/м² (4.05 ккал/м²), для *Th. gr. lentiginosa* – 3.94 г/м² (2.41 ккал/м²), величины P/B-коэффициентов достигали 7.70 и 12.92 соответственно. Средние величины удельной продукции (C_H) за вегетационный сезон оказались равными 0.063 сут⁻¹ для *M. gr. pedellus* и 0.070 сут⁻¹ для *Th. gr. lentiginosa*, что хорошо согласуется с данными Е.В. Балускиной (1987).

Величины коэффициентов K_2 и P/R при средней температуре за вегетационный сезон 14°C незначительно отличаются от наиболее вероятных значений, определённых Е.В. Балускиной (1987). Величины K_2 (0.42-0.44) и P/R (0.73-0.79) мирных личинок характеризуются высокой степенью постоянства на разных биотопах. Для хищных личинок выявлено значительное варьирование величин K_2 (0.30-0.41) и P/R (0.44-0.68).

При оценке степени влияния загрязнения на донные сообщества р. Чусовой достаточно информативными оказались обычные показатели видового разнообразия макрозообентоса (число видов, индекс Шеннона) и его обилия (численность и

биомасса видов). Наибольшую значимость при оценке влияния загрязнения на бентофауну реки проявил хирономидный индекс и в целом — интегральный показатель. В соответствии со значениями Kch и IP качество воды от фоновых участков к загрязнённым снижалось на 1-2 класса. Остальные индексы (сапротоксобиности, олигохетный, биотический) оказались менее информативными. Согласно их величинам, весь исследованный участок реки является чистым или умеренно загрязнённым, и лишь в месте сброса сточных вод эти показатели свидетельствуют о катастрофическом состоянии экосистемы. Вероятно, в условиях комплексного загрязнения предгорной реки данные индексы требуют модификации.

ВЫВОДЫ

1. Бентофауна рек бассейна Верхней и Средней Камы представлена 344 таксонами. Большая часть видов относится к амфибиотическим насекомым (286 видов, 10 отрядов, из них: *Diptera* — 202; *Trichoptera* — 27; *Ephemeroptera* — 26; *Plecoptera* — 14). Из прочих животных видовым обилием отличаются малощетинковые черви (26) и моллюски (24). В составе фауны двукрылых насекомых зарегистрировано 16 семейств, из которых наиболее разнообразным является сем. *Chironomidae* — 180 видов и форм. Доля хирономид в видовом богатстве макрозообентоса изученных рек достаточно постоянна — 52-60%, при этом личинки хирономид обеспечивают высокую численность бентофауны (30-74%). Их роль в весовом отношении значительно различалась на разных участках рек и составила в р. Вишере — 38-46%, р. Колве — 9-24%, р. Верхней Каме — 14%, р. Чусовой — 4-10%.
2. Хирономидофауна исследованных водотоков представлена 6 подсемействами: *Podonominae* (1 вид), *Tanypodinae* (17), *Prodiamesinae* (4), *Diamesinae* (8), *Orthocladinae* (75), *Chironominae* (75). Во всех реках доля хирономин и ортокладин достаточно постоянна и составляет 82-89%. Расчёты показали, что отношение числа видов ортокладин к числу видов хирономин (I_{ch}) равное или меньшее 0.6, соответствует равнинным участкам рек, значения индекса I_{ch} от 0.6 и до 3.5 — предгорным участкам, более 3.5 — свойственны водотокам горного типа.
3. Количественные показатели зообентоса закономерно увеличиваются с размером водотока. Биомасса донных животных в ручьях и самых малых реках, как правило, невысока (2.57-4.44 г/м²), а в больших реках (пр. Чусовая, Верхняя Кама) возрастает в среднем до 7.70-9.58 г/м². Доля хирономид в биомассе бентофауны при этом снижается от 49-54% до 4-14%, хотя их видовое разнообразие увеличивается.
4. В результате исследования состава и структуры донных сообществ установлено, что наибольшее распространение в реках получают 3 основных хирономидоценоза: литопелореофильный с доминированием *M. gr. pedellus* и *Th. gr. lentiginosa* (108 видов, 3.5 тыс.экз./м², 1.65 г/м²), литореофильный "*Th. gr. lentiginosa*+*A. monilis*" (63 вида, 1.9 тыс.экз./м², 0.39 г/м²) и псаммореофильный "*S. crassiforceps*" (75 видов, 1.5 тыс.экз./м², 1.26 г/м²).

5. Массовые виды комаров-звонцов в условиях предгорной реки Среднего Урала (р. Чусовая) являются моно- и дициклическими. Моноциклические формы (*P. scalaenum*, *A. monilis*, *E. flavens*) имеют 1 полную генерацию в год с массовым вылетом в мае-июне. Дидициклические виды имеют 1 полную и 1 частичную (*M. gr. pedellus*, *P. confusus*), или 2 полных генерации (*Th. gr. lentiginosa*, *P. ferrugineus*, *O. obumbratus*) с вылетами в мае и августе-сентябре. В сезонной динамике численности хирономид наблюдается 3 подъёма (в июне, июле и марте), а для динамики биомассы свойственно летнее повышение в июле и весенний максимум в марте.
6. Расчёт продукции популяций двух самых массовых форм хирономид позволил установить величины удельной продукции, которые равны 0.063 сут.^{-1} для *M. gr. pedellus* и 0.070 сут.^{-1} для *Th. gr. lentiginosa*, что вполне согласуется с литературными данными. За вегетационный сезон все личинки хирономид р. Чусовой продуцируют около 5 ккал/м^2 при средней биомассе 0.72 ккал/м^2 .
7. Стационарные исследования бентофауны р. Чусовой в районе антропогенного влияния показали, что наибольшие потоки энергии ($186\text{--}192 \text{ ккал/м}^2$) проходят через зообентоценозы "*L. lagotis*" и "*E. lineata*", формирующиеся на фоновых участках. В сообществах "*L. hoffmeisteri*" и "*E. lineata*+*T. newaensis*", подверженных комплексному загрязнению, количество ассимилированной энергии значительно ниже ($26\text{--}50 \text{ ккал/м}^2$). В обоих случаях на долю личинок хирономид приходится 1/6 часть от общего потока энергии, проходящего через донные сообщества.
8. Эффективность продуцирования хирономидных сообществ р. Чусовой за вегетационный сезон выражается величинами P/B равными $4.78\text{--}9.55$. Выявлена высокая стабильность K_2 и P/R для мирных личинок хирономид и варьирование этих коэффициентов у хищных форм.
9. На участке р. Чусовой, испытывающем наибольшую антропогенную нагрузку в районе г. Чусового, снижается видовое разнообразие бентофауны, изменяется её качественный состав: уменьшается значение моллюсков и ручейников при повышении доли хищных форм (пиявок и таниподин) и олигохет. Наиболее информативным в оценке экологического состояния реки оказался хирономидный индекс Kch , и интегральный показатель IP . Другие индексы – биотический BI , сапротоксности St , олигохетный No/Nc – в условиях комплексного загрязнения предгорной реки оказались менее показательными.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Поздеев И.В. Роль хирономид в макробентосе среднего течения реки Чусовой // Тез. докл. IX молод. науч. конф. «Актуальные проблемы биологии и экологии». Сыктывкар, 2002. С. 120-121.
2. Поздеев И.В., Крайнев Е.Ю. Личинки хирономид как компонент мейобентоса предгорной реки Среднего Урала (бассейн р. Камы) // Биология внутренних вод: проблемы экологии и биоразнообразия. Борок, 2002. С. 91-92.
3. Поздеев И.В. Структура хирономидных сообществ среднего течения р. Чусовой (2000-2001 гг.) // Тез. докл. Междунар. и молод. конф. «Экологические проблемы крупных рек – 3». Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. С. 223.
4. Алексеевнина М.С., Поздеев И.В. Изменения бентофауны р. Чусовой в условиях антропогенного загрязнения // Тез. докл. Междунар. и молод. конф. «Экологические проблемы крупных рек – 3». Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. С. 9.
5. Алексеевнина М.С., Гореликова Н.М., Поздеев И.В. Изменения кормовой базы рыб р. Чусовой в условиях антропогенного влияния // Оценка запасов и проблемы регулирования рыболовства на внутренних водоёмах России (Тр. Пермского отд. ГосНИОРХ, т. V). СПб., 2003. С. 3-5.
6. Поздеев И.В., Алексеевнина М.С. Роль хирономид в бентофауне притоков р. Чусовой // Вестник Пермского ун-та. Пермь, 2004. Вып. 2. Биология. С. 82-86.
7. Pozdeev I.V. Production of chironomid in lower montane river condition // Abstracts of an International scientific conference "Aquatic ecology at the dawn of XXI century". St.Petersburg: Zoological institute, 2005. P. 76.
8. Беляева П.Г., Поздеев И.В. Донные сообщества р. Чусовая (бассейн Камы) // Вестник Пермского ун-та. Пермь, 2005. Вып. 6. Биология. С. 103-108.
9. Поздеев И.В., Островская Ю.В. Сезонная динамика и продукция массовых видов хирономид предгорной реки Среднего Урала (р. Чусовая) // Вестник Башкирского ун-та (В печати).
10. Алексеевнина М.С., Поздеев И.В. Изменения структуры донных сообществ р.р. Вильвы и Усьвы в условиях загрязнения шахтными водами // Труды ГосНИОРХ (В печати).
11. Поздеев И.В., Алексеевнина М.С. Роль личинок хирономид в донных сообществах рек бассейна Верхней и Средней Камы // Биол. внутр. вод (В печати).
12. Поздеев И.В. Закономерности в распределении бенто- и хирономидофауны водотоков бассейна Верхней и Средней Камы // Экология (В печати).
13. Поздеев И.В. Фауна и распределение хирономид реки Вишера // Вестник Пермского ун-та (В печати).

Подписано в печать 27.09.2006. Формат 60×84 1/16. Бум. офс.

Печать офсетная. Тираж 150 экз. Заказ № 464

Отпечатано на ризографе ООО Учебный центр «Информатика»

614990, Пермь, ул. Букирева, 15.

