

## **Гидробионты малых водотоков нижней Томи и их значение в оценке экологической ситуации водоемов**

А. П. ПЕТЛИНА, Т. В. ЮРАКОВА, Н. А. ЗАЛОЗНЫЙ, Т. А. БОЧАРОВА,  
Л. В. ЛУКЬЯНЦЕВА, Т. А. БРУСЬЯНИНА, Н. А. ШАМАНЦОВА, С. С. ПОДЖУНАС

*Томский государственный университет, НИИ биологии и биофизики при ТГУ  
634010 Томск, просп. Ленина, 36*

### **АННОТАЦИЯ**

Малые водотоки (реки Киргизка, Ушайка, Басандайка, Тугояковка) нижней Томи, расположенные в городской и пригородной зонах Томска, находятся в условиях разной степени антропогенного воздействия. В предлагаемой работе освещаются структурные и функциональные особенности сообществ зоопланктона, зообентоса, рыбного населения. Выявлены мозаичность в распределении, качественный и количественный состав фауны беспозвоночных, степень трансформации и деградации рыбных сообществ в зависимости от условий среды гидробионтов. Описаны видовой состав и зараженность рыб паразитами, в том числе описторхидами. На основе использования биоиндикационных показателей планктонных, донных и рыбных сообществ дана оценка экологической ситуации малых водотоков нижней Томи.

В результате хозяйственной и преобразующей деятельности человека изменяется среда обитания водных организмов и в очень частых случаях становится непригодной для них.

Усиление загрязнения водоемов, негативное действие вредных веществ отражаются на всех звеньях водной экосистемы: среде обитания гидробионтов, количественном и качественном составе планктонных, донных и рыбных сообществ, размещении их в пространстве; нарушаются биология размножения, развитие и поддержание необходимой численности видов гидробионтов.

Цель данной работы – провести инвентаризацию фауны малых рек и оценить экологическую ситуацию правобережных притоков р. Томи на основе использования некоторых биоиндикационных показателей планктонных, донных и рыбных сообществ.

Первые круглогодичные комплексные исследования разнотипных водоемов окрестностей г. Томска проведены в 30-е гг. нашего столетия и касались изучения биологической про-

дуктивности р. Томи и ее притока – р. Басандайки, а также пойменных озер [1]. Имеются фрагментарные данные, характеризующие видовой состав и количественное развитие отдельных групп бентосных сообществ [2, 3]. Более системное и целенаправленное изучение малых водотоков, входящих в 30-километровую зону г. Томска, начато в конце 80-х – начале 90-х годов [4–9].

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Гидробиологическое изучение малых рек – Ушайки, Басандайки и Тугояковки проведено в 1997–1998 гг. Вопросы качественного и количественного состава зоопланктона и зообентоса изучали в зависимости от экологических условий отдельных участков малых рек. Наблюдения в основном проводили в летне-осенний период, когда нагрузка сточных вод на реках максимальная. Сбор речного зоопланктона осуществляли процеживанием 50 л воды через

планктонную сеть Апштейна с ячейей № 64, бентоса – с помощью дночерпателя системы Петерсена с площадью захвата 0,05 м<sup>2</sup>. Всего собрано 20 качественных и 76 количественных проб. Камеральная обработка материала выполнена по общепринятым в гидробиологии методикам [10–12].

Исследования рыбных сообществ проводили периодически с 1989 по 1998 гг. За период исследований взято 79 проб по ихтиофауне на 23 точках, выбранных с учетом предварительно собранных данных о количественных и качественных показателях загрязнения отдельных участков реки. Всего отловлено 7429 экз. рыб. Отлов осуществлялся неводом длиной 10 м, высотой стены 1,5 м и шагом ячеи 4 мм. Площадь облова на каждом участке была около 100 м<sup>2</sup> (20 м длина и 5 м ширина). Отловленный материал фиксировали 4 и 10 % раствором формалина, а затем подвергали камеральной обработке [13–15]. При определении видов рыб использовали определители [16, 17]. На указанных водоемах одновременно со сбором биоты проводили съемки некоторых морфометрических и гидрологических показателей.

Паразитологические исследования рыб осуществляли методом полного и неполного паразитологического анализа. Обследовано 275 экз. рыб, относящихся к 11 видам.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОТОКОВ

Основной водной артерией района г. Томска является р. Томь, текущая у города на 25-километровом отрезке в направлении с юго-востока на северо-восток.

В городской и пригородной зонах Томь имеет относительно немного притоков. На правобережье выше города в нее впадают речки Тугояковка и Басандайка, обладающие разветвленной и овражной водосборной системой. Территорию города пререзает третий приток Томи – р. Ушайка (рис. 1). Ниже города притоками Томи являются речки Малая и Большая Киргизка. Правобережные притоки – одного порядка, но с разными условиями естественного и антропогенного воздействия.

Режим этих рек обусловлен природно-климатическими условиями района их расположения.

Река Тугояковка впадает в р. Томь в 33 км от г. Томска выше по течению. Ширина ее 8–10 м, прозрачность 60–70 см, реакция среды кислая, грунты галечно-песчаные.

Река Басандайка впадает в р. Томь в 5 км от города выше по течению, берет начало на Томь-Яйском водоразделе, в 40 км к юго-востоку от Томска в районе железнодорожной станции "41-й километр". Общая протяженность реки 57 км, площадь водосбора – 402 км<sup>2</sup>. Справа и слева в нее впадает большое количество притоков, которые вместе образуют сильно разветвленную систему. Басандайка относится к

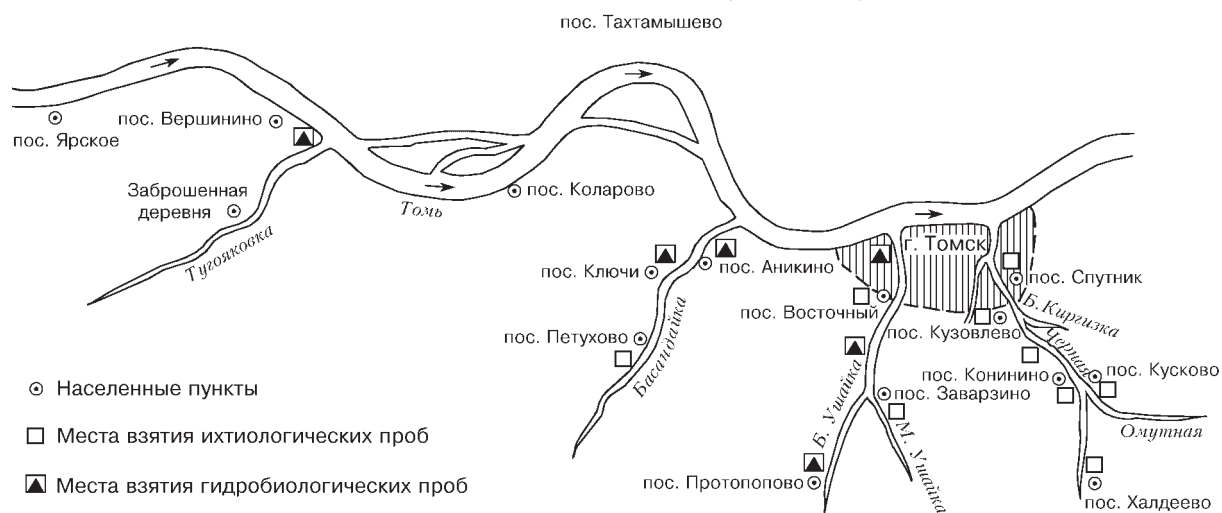


Рис. 1. Карта-схема нижнего течения р. Томи и ее некоторых притоков.

типу горно-равнинных рек. На всем протяжении имеет небольшую ширину (6–15 м), глубина колеблется от 0,5 до 0,7 м, на местах резкого поворота русла в речке образуются омуты в 2–3 м глубиной. Характер грунта меняется от каменисто-песчаного до каменисто-илистого. Прозрачность понижается со 150 см в июне до 50–60 см в июле. Реакция среды ближе к нейтральной.

Протяженность реки Б. Киргизки – 58 км, Малой Киргизки – 18 км. Площадь водосбора – 900 км<sup>2</sup>. Река берет начало на водоразделе рек Томь и Яя. Основные притоки: р. Каменка, впадающая с левого берега в 55 км от устья, реки Омутная и Черная, впадающие с правого берега соответственно в 38 и 12 км от устья. Река изобилует крутыми поворотами и характерным чередованием плесов и перекатов. Русло сложено галечником с отложениями ила и песка на плесовых участках. Скорость течения летом 0,5–0,8 м/с. Ширина, глубина, прозрачность, рН, t° воды Б. Киргизки несколько варьируют в зависимости от участков.

Река Ушайка впадает в р. Томь с правого берега на 68-м км от устья. Общая длина – 78 км, площадь водосбора – 744 км<sup>2</sup>. В Ушайку впадают 4 притока длиной более 10 км и 49 – длиной менее 10 км с суммарной длиной 118 км.

По характеру водного режима Ушайка и ее притоки относятся к рекам с весенним половодьем и паводками в теплое время года. Основным источником питания р. Ушайки являются зимние осадки – 60–90 %, роль дождевых вод незначительна и не превышает 5–10 %.

Основной фазой водного режима Ушайки является весеннее половодье, в период которого происходит 75 % годового стока, наблюдаются максимальные расходы и высшие годовые уровни воды.

Весеннее половодье на реке начинается в первой–второй декаде апреля, максимума достигает в конце апреля–начале мая. Наименьшие расходы в период межени наблюдаются осенью, они несколько ниже аналогичных расходов за зимнюю межень. Пойма р. Ушайки выражена четко, ширина правого и левого бережной поймы – около 150 м, сложена галечником, суглинком, в основном распаханна.

Непосредственно в р. Ушайку поступают ливневые и условно чистые воды радиотехнического завода, ГРЭС-2, манометрового, электротехнического, Сибэлектромотора и др. Без

очистки в реку поступают стоки поселков Восточного, Степановки, аварийные сбросы золотавала ГРЭС-2, канализационно-насосных станций № 4 и др.

## ЗООПЛАНКТОН

Видовое разнообразие зоопланктонных организмов в рассматриваемых малых притоках небогатое (по 10 видов). По числу видов и количественным показателям преобладают ветвистоусые рачки и коловратки, что характерно для планктона водотоков в целом. Взрослые особи веслоногих (циклопы) рачков встречаются редко и единично, в основном в стоке обнаруживаются неполовозрелые особи. В экологическом отношении обнаруженные в поверхностном стоке речек виды коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков разнообразны. Встречаются истинно планктонные формы, прибрежно-зарослевые, развивающиеся в биоценозах обрастаний. В поверхностном летнем стоке относительно чистых рек Басандайки и Тугояковки встречались олиго- и β-мезосапробные планктонные, прибрежно-зарослевые особи видов коловраток *Asplanchna priodonta*, *Keratella quadrata*, *Euchlanis dilatata*; ветвистоусых *Daphnia longispina*, *D. cristata*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Alona rectangula*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi* и др.; циклопы *Eucyclops serrulatus*. В предустьевых омутных участках русел речек нередко встречались особи индикаторных видов родов *Moina*, *Bdelloida*. В загрязненной промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками с городских и промышленных территорий областного центра г. Томска воде р. Ушайки в биостоке встречаются преимущественно прибрежно-зарослевые, эврибионтные, бентосные и виды из обрастаний: из ветвистоусых раков *Chydorus sphaericus*; из коловраток *Brachionus quadridentatus*, *Bdelloida* sp. (β-, β-α-мезосапробные); простейших (инфузории) родов *Vorticella* (β-α-мезосапробные), *Carchezium* (р-полисапробные), *Companella* (β-α-мезосапробные).

Количественное развитие зоопланктона в воде речек очень слабое из-за неблагоприятных для развития гидрологических условий и общей олиготрофии водотоков. В стоке р. Басандайки (пос. Аникино) наибольшее количество

организмов зоопланктона в июле 1998 г. – около 2000 экз./м<sup>3</sup> при биомассе 29 мг/м<sup>3</sup>. В воде р. Тугояковки (2 км выше устья) в этот же месяц – 1700 экз./м<sup>3</sup> при биомассе 19,5 мг/м<sup>3</sup>. Средние значения развития зоопланктона в устьевых участках на уровне 300–700 экз./м<sup>3</sup> и биомассе около 3 мг/м<sup>3</sup>. Осенью (при температуре воды 4 °С) количество планктона в устьевых участках рек Басандайки, Тугояковки – 30–90 экз./м<sup>3</sup>, а биомасса 0,2–0,9 мг/м<sup>3</sup>. В летнем стоке р. Ушайка колебания численности организмов планктона от 100 (выше г. Томска) до 94 000 экз./м<sup>3</sup> (устьевой участок) при биомассе соответственно от 0,3 до 900 мг/м<sup>3</sup>. Осенний зоопланктон устьевой зоны р. Ушайки количественно более развит за счет вымытых из обрастаний простейших (численность от 400 до 3000 экз./м<sup>3</sup>).

Исходя из количественных показателей развития планктона, видового богатства, сапробных характеристик видов, нами проведена оценка сапробного состояния воды устьевых участков малых водотоков. Оценка, с учетом величин индекса сапробности по Пантле и Букк в модификации Сладечека, производилась по шестибальной шкале [18]. Устьевые участки рек Басандайки, Тугояковки по состоянию зоопланктона оценены III классом (умеренно загрязненные воды). Величины индекса сапробности – 1,60–1,72. Вода в приустьевом участке р. Ушайки по состоянию планктона была оценена III–IV классом (умеренно загрязненная – загрязненная). Поскольку уровень загрязнения неравномерен по ходу вегетационного сезона, периодически загрязненность воды заметно увеличивалась (до IV класса). Величины индекса сапробности, рассчитанного по численности индикаторных организмов зоопланктона – 1,74–2,55.

### ЗООБЕНТОС

Гидробиологические исследования проводили преимущественно в нижнем течении рек Ушайки, Басандайки и Тугояковки, водосборы которых располагаются на холмистой и освоенной человеком местности.

В составе зообентоса обследованных участков водотоков обнаружено 11 групп донных беспозвоночных животных, среди которых об-

щими для всех рек являются олигохеты, пиявки, моллюски, личинки хирономид и поденок. Первое место по распространению и обилию занимают олигохеты (92,8 % общей численности), второе – личинки хирономид (3,7 %), после них следуют моллюски и пиявки. Перечисленные группы организмов могут рассматриваться как ведущие в бентосе малых водотоков. Однако их роль в создании биомассы на отдельных участках рек не одинакова. На незагрязненном участке р. Ушайки (район пос. Протопопово) донное население характеризуется большим количеством групп (5) и довольно высоким количественным развитием (5480 экз./м<sup>2</sup>; 21,13 г/м<sup>2</sup>). По численности преобладают олигохеты (67,8 %) и личинки хирономид (22,6 %), что соответствует умеренно загрязненным водам. С увеличением загрязнения воды происходит обеднение состава донных обитателей в направлении к устьевому участку реки. Постепенно из состава бентоса выпадают личинки поденок, моллюски и пиявки, а доля малощетинковых червей в общей численности возрастает (57,04 % – в районе пос. Степановка, 96,02 % – в районе Красноармейского моста). Основное значение в биомассе принадлежит личинкам хирономид (34,0 %) и моллюскам (36,0 %).

В устьевой части р. Ушайка принимает в себя отходы городских канализационных коллекторов. Население илистого дна представлено почти монокультурой олигохет (99,8 % общей численности). Состав населения червей определяют два вида тубифицид: *Limnodrilus hoffmeisteri* –  $\alpha$ -мезосапроб, составляющий 31,55 %, и *Tubifex tubifex*-полисапроб, достигающий 68,45 % от общей численности червей.

Благодаря обилию легкоусвояемой органики и низкому содержанию в придонных слоях воды кислорода – до 1,4–2,0 мг/л [4], а также противостоянию ядовитого действия продуктов жизнедеятельности гнилостных бактерий [19], популяции олигохет образуются все большим числом разновозрастных поколений, достигающих максимального обилия 844 031 экз./м<sup>2</sup> [20]. Среднелетние показатели количественного развития зообентических сообществ на обследованных участках оказались довольно высокими: 13 917 экз./м<sup>2</sup> и 65,2 г/м<sup>2</sup>.

Анализ размерно-возрастной структуры популяции олигохет показал, что общая продук-

ция червей для устьевого участка Ушайки составила 4947,9 г/м<sup>2</sup>. Наибольшую абсолютную продукцию в популяции дают взрослые особи, участвовавшие в размножении. На их долю приходится 78,6 % от общей продукции популяции олигохет. Коэффициент Р/В колеблется от 4,04 до 8,1.

Оценка качества воды нижнего течения р. Ушайки по составу зообентоса показала разную степень нарушенности сообществ. Уровень загрязнения вод в районе железнодорожного моста колеблется от умеренного до сильного (IV–V класс). Устьевой участок реки в силу значительной антропогенной нагрузки оценивается как очень загрязненный (VI класс).

В бентосе р. Басандайки зарегистрировано 8 систематических групп. Основные группы те же, что и в нижнем течении р. Ушайки, но их соотношение и обилие здесь иные. В бентосе доминируют олигохеты – одна из немногих групп, получивших широкое распространение и высокое качественное (5 видов) и количественное развитие (в среднем 1390 экз./м<sup>2</sup>, или 81,5 % общей численности). Большой удельный вес имеют моллюски (0,768 г/м<sup>2</sup>, или 36,7 %) и личинки хирономид (0,256 г/м<sup>2</sup>, или 12,2 %). Нематоды, пиявки и поденки встречаются в 20–40 % проб и присутствуют в небольшом количестве. Плотность бентоса на обследованном участке русла р. Басандайки составляет в среднем 1704 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 2,091 г/м<sup>2</sup>.

Все биоиндикационные показатели свидетельствуют о благополучном состоянии донных ценозов. Они соответствуют II классу чистоты вод (олиготрофный тип).

Отличительной особенностью донного населения нижнего участка р. Тугояковки является развитие личинок водных насекомых – ручейников, веснянок, вислокрылок и амфипод. Вместе с тем в составе зообентоса доминируют олигохеты и моллюски (соответственно 11,8 и 5,6 % общей численности), но доля их в численности и биомассе падает. Незначительно развитие и личинок хирономид (1,6 %). В целом население бентоса представлено 10 группами. Средние количественные показатели дна достигают здесь 211 экз./м<sup>2</sup> и 2,119 г/м<sup>2</sup>.

Из всего следует, что реки Басандайка и Тугояковка по степени сапробности относятся к

олиго- и β-мезосапробной зоне, что определяется развитием требовательных к качеству воды личинок веснянок, ручейников и поденок.

Предустьевые участки р. Ушайки по характеру сапробности относятся к β-мезосапробной зоне, в составе ценозов значительную роль играют личинки поденок.

В устьевой части р. Ушайки происходит выпадение из состава ценозов чувствительного к качеству воды эфемерно-трихоптерного комплекса, а увеличение численности организмов и величины их биомассы происходит за счет развития олигохет.

### СОСТОЯНИЕ РЫБНЫХ СООБЩЕСТВ

Отрицательное действие вредных веществ сказывается на всех звеньях водной экосистемы. Рыбы являются основным компонентом биоты рек, завершают водную пищевую цепь, живут долго по сравнению с беспозвоночными, накапливают вредные для себя и человека вещества, поэтому могут служить индикаторами загрязнения воды.

В малых реках естественное распределение рыб зависит от многих факторов, прежде всего от температуры, концентрации растворенного кислорода и скорости течения. Поэтому на разных участках рек от истока к устью прослеживается типичная последовательность видов рыб и их сообществ. При загрязнении естественная последовательность нарушается, изменяется структура сообществ.

Исследования экологической ситуации и определение степени трансформации и деградации рыбных сообществ малых рек проводили с 1989 г. Для выяснения экологической ситуации в условиях рек с нестабильными и смешанными стоками использовали биоиндикационный подход, основанный на комплексе показателей рыбного сообщества: распределение и численность разных видов, видовой состав (табл. 1), развитие репродуктивной системы (гистологический анализ), содержание тяжелых металлов в мышцах. Степень чувствительности и устойчивости разных видов рыб к определенным группам токсических веществ рассматривалась по В. П. Лукьяненко [21].

Рыбы обладают мощными физиолого-биохимическими механизмами адаптации к крат-



Т а б л и ц а 1  
**Видовой состав рыб некоторых малых рек бассейна  
 р. Томи (неводные уловы, 1989–1998 гг.)**

Вид рыб	Водоем			
	р. Киргизка	р. Ушайка	р. Басандайка	р. Тугояковка
Сибирский хариус	+	+	+	++
Щука	+	+	+	+
Сибирская плотва	+	+	+	–
Сибирский елец	++	++	++	++
Гольян	++	++	++	+
Верховка	++	++	++	–
Сибирский пескарь	++	++	+	++
Карась серебряный	+	+	+	–
Сибирский голец	+	+	+	+
Сибирская щиповка	+	+	+	+
Девятиглая колюшка	+	++	+	–
Окунь	+	+	+	+
Ерш	+	+	+	+
Сибирский подкаменщик	+	–	+	+
Всего	14	13	14	10

ковременным изменениям среды обитания. Однако длительное воздействие неблагоприятных условий или резкое изменение абиотических факторов водной среды ведут к ломке адаптационных механизмов. Проявлением этого служат многочисленные морфофизиологические изменения, завершающиеся угнетением основных жизненных процессов (рост, развитие, размножение), тератогенными отклонениями.

Ихтиофауна Киргизки до 1980 г. не изучалась, однако для рек подобного типа в состоянии, близком к естественному, фаунистические комплексы состоят из 14–16 видов рыб, в том числе они включают таких хозяйственно-ценных рыб-аборигенов, как щука, язь, елец, и акклиматизантов – леца и сазана.

В верховье Киргизки рыб нет по естественным причинам. В р. Каменке (приток) голец и щиповка по численности составляют в уловах до 73,5 %. На участке реки выше пос. Кусково (см. рис. 1) обнаружено 5 видов [22]. Численность чувствительных к загрязнению видов (голец и пескарь) очень низкая. Доминирует гольян, меньше в уловах ельца и пескаря.

В устье р. Омутной ихтиоценоз представлен 9 видами: пескарь в уловах составляет 31,5, гольян – 15,2, елец – 11,0 %, остальные виды в уловах незначительны (рис. 2).

Ниже по течению (район пос. Конирино) отмечено самое высокое (9) видовое разнообразие рыб. В уловах преобладают гольян (33,9 %), примерно одинаково представлены в уловах елец, верховка, пескарь – по 20,0 %, и очень незначительны в уловах чувствительные к загрязнению виды: сибирский голец, щиповка, щука, окунь.

Существенные изменения в структуре рыбного сообщества наблюдались в районе пос. Кузовлево, ниже впадения р. Черной, куда поступают нерегулярные, но токсичные стоки с Томского нефтехимического комбината, содержащие метанол, формальдегид, фенолы. До 80 % в уловах представлен устойчивый к загрязнению гольян. Отсутствие рыбы (низкое видовое разнообразие) – это лучший показатель токсичности воды.

Значительные отрицательные изменения в рыбном сообществе наблюдались также ниже пос. Спутник, где оно на 100 % состояло из сеголетков гольяна.

Малая Киргизка превращена в открытый канализационный коллектор стоков города. Начиная от истока (район свалки города) и до устья рыба отсутствовала в течение всего периода наблюдений.

В устье р. Б. Киргизки в естественных нормальных условиях могли обитать 12–14 видов рыб, а обнаружено всего 5 видов, с доминированием верховки и гольяна.

Река полностью утратила способность воспроизводства рыбных запасов Томи, а сложившийся комплекс ихтиофауны представлен почти исключительно непромысловыми видами с доминированием гольяна и верховки.

На основе гистологических исследований выявлены патологические изменения в развитии гонад преимущественно у пескаря, менее – у гольяна, единично – у девятиглай колюшки, обитающих в бассейне р. Киргизки. К существенным патологическим изменениям у указанных видов рыб относятся: массовая дегенерация (резорбция) и деформация икринок. Они приобретают полупрозрачный, мутный цвет, консистенция гонад становится мягкой. В икринках происходят существенные изменения в ядре, цитоплазме, оболочке. В результате дегенерации постепенно на месте ооцита образуется

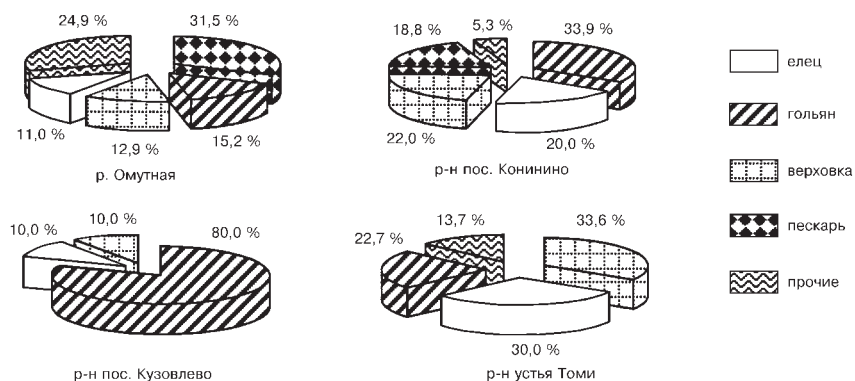


Рис. 2. Видовой состав и численность рыб в неводных уловах р. Киргизки.

участок рыхлой ткани, а по окончании этого процесса на месте икринки остаются только скопления пигментных клеток.

По выявленным изменениям в развитии годов над массовых видов рыб – пескаря, голяяна, колюшки – наиболее загрязненной зоной Б. Киргизки является участок от пос. Спутник до устья, а умеренно загрязненной – от пос. Кузовлево до пос. Копылово.

Содержание тяжелых металлов в мышцах рыб из р. Киргизки определено у голяяна, пескаря, окуня и колюшки.

Количественные показатели цинка, меди, марганца, ртути и никеля на всех участках реки у указанных видов находятся в пределах допустимых концентраций. Концентрация свинца и кадмия заметно превышает ПДК у рыб, отловленных на участках ниже пос. Кузовлево до устья.

Таким образом, экосистема р. Киргизки на участке ниже пос. Кузовлево и до устья сильно трансформирована, деградация рыбного сообщества зафиксирована по многим биоиндикационным показателям.

В бассейне р. Ушайки по исследованиям последних лет (1993–1998) обитает 13 видов рыб, а на участке реки, протекающей в черте города – 7 видов.

На верхнем участке реки до пос. Заварзино, где преобладает органическое загрязнение от смывов с полей и ферм, трансформация рыбного сообщества наблюдается в умеренных разме-

рах. Доминирующими видами являются щиповка, окунь, ребе – сибирский голец, ерш, и единично отмечены хариус и сибирский подкаменщик.

В районе пос. Заварзино Малая Ушайка впадает в Большую Ушайку. Сливаются реки, несущие с сельскохозяйственных территорий органические вещества, минеральные удобрения, нефтепродукты. Следствием этого является снижение видового разнообразия, а также замена стенореофилов на эврибионтов. Однако периодически аварийные сбросы из-за неправильного хранения резко снижают численность даже эврибионтов.

В районе пос. Степановка сосредоточены на небольшом участке три городских стока (от радиозавода, ливневки-7, КНС-10), спускающих в Ушайку высокотоксичные воды, содержащие выше нормы тяжелые металлы, нефтепродукты, нитриты, аммонийные соли. В наиболее благоприятные периоды здесь обитает до 6–7 видов рыб. Однако их численность резко уменьшается по сравнению с рыбным сообществом вышерасположенного участка реки; почти полностью исчезают стенореофилы. Происходит нарастание численности самых устойчивых к токсическим воздействиям рыб (голяян и девятииглая колюшка). Наблюдается смена доминирующих видов от ельца, пескаря к голяяну и колюшке, т. е. структура рыбного сообщества резко изменяется в сторону видов, устойчивых к стокам с токсическим воздействием. Просле-

Содержание (мг/кг) некоторых тяжелых металлов в мышцах рыб р. Ушайки (июль, 1993 г.)

Название участка	Вид рыб	Металл			
		кадмий	свинец	медь	цинк
Устье	Ерш	0,8/4,09	1,6/1,6	4,6/0,46	9,7/0,2
Выше КНС-4	Колюшка	0,5/2,6	1,9/1,9	18,2/1,8	15,8/0,3
	Плотва	0,5/1,3	1,2/1,2	4,0/0,4	–
Ниже Игуменки	Колюшка	0,7/3,6	0,8/0,8	4,9/0,49	34,5/0,8
	Плотва	0,4/2,0	1,2/1,2	–	37,1/0,9
	Ерш	0,8/4,0	1,2/1,2	–	32,0/0,8
	Пескарь	0,2/1,1	0,05/0,05	12,5/1,3	7,9/0,2
	Гольян	0,2/0,9	0,3/0,3	1,2/0,1	32,4/0,8
Ниже моста на ул. Красноармейской	Колюшка	0,5/2,4	2,2/2,2	16,0/1,6	20,0/0,5
	Елец	0,03/0,15	2,3/2,3	7,3/0,73	12,0/0,3
	Пескарь	0,3/1,3	0,8/0,8	9,3/0,93	3,0/0,07
В районе Степановского моста	Колюшка	0,03/0,1	4,1/4,1	13,4/1,3	54,0/1,4
	Елец	–	3,5/3,5	–	32,0/0,8
	Пескарь	0,01/0,07	1,2/1,2	19,2/1,9	43,0/1,0
Ниже стоков радиозавода	Колюшка	0,18/0,9	2,4/2,4	8,8/0,88	88,9/2,2
	Елец	–	1,0/1,0	4,6/0,46	37,0/0,9
	Гольян	–	–	19,8/1,9	53,0/0,9
	Пескарь	–	–	7,5/0,7	28,0/0,7

П р и м е ч а н и е. Абсолютное значение/количество ПДК.

живается видовая изменчивость в накоплении тяжелых металлов (табл. 2). Значительное токсическое и органическое загрязнение позволяет выживать короткоциклическим, быстросозревающим (в 1+ лет) видам рыб с растянутым периодом нереста и медленным ростом (гольян, девятииглая колюшка).

На участке Ушайки ниже стока ГРЭС-2 усиливается термическое загрязнение, в уловах преобладают сеголетки с сильно деформированными гонадами, наблюдаются многочисленные резорбции и терратогенные изменения в плавниках у колюшки. Основу рыбного сообщества (до 75,6 %) составляет девятииглая колюшка (рис. 3). На нижележащих участках вплоть до устья доминантами в рыбном сообществе остаются девятииглая колюшка и голяян. Аккумулируя токсические вещества, изменяя свои основные морфологические признаки, девятииглая колюшка выживает в условиях, где наступают депрессия и отравление у всех других видов рыб.

Основной морфологический признак колюшки – девять игл в спинном плавнике, чаще имеет место колебание от 0 до 15 игл. Наименьшее число игл (0–4) у колюшки встречается на участке реки с сильным токсическим загрязнением (в районе пос. Степановка, стоков ГРЭС-2,

ниже моста через ул. Красноармейскую). Наибольшее количество игл зафиксировано у колюшки на участке выше пос. Заварзино.

У всех рыб, живущих в нижнем течении Ушайки, происходит материальная и функциональная кумуляция ядовитых веществ до токсического уровня. В устьевом участке обычно встречаются скатывающиеся с верхних участков рыбы с типичными признаками острого токсикоза: потерей равновесия, нарушением координации движения, потерей рефлексов и т. д. Острые токсикозы у рыб устьевого участка Ушайки являются результатом многочисленных стоков с предприятий, ливневок с территории города. Часто фиксируются массовые отравления рыб, приводящие к летальному исходу.

В настоящее время экологическая ситуация экосистемы Ушайки также не совсем благополучна, что связано с недостаточной очисткой сточных вод ряда предприятий. В частности, стоки радиотехнического завода не очищаются, стоки ГРЭС-2 проходят только первичную очистку, стоки ДСК не очищаются, на нефтебазе сточные воды подвергаются только физико-химической очистке.

О неблагоприятии данной экосистемы свидетельствует химический состав сточных вод



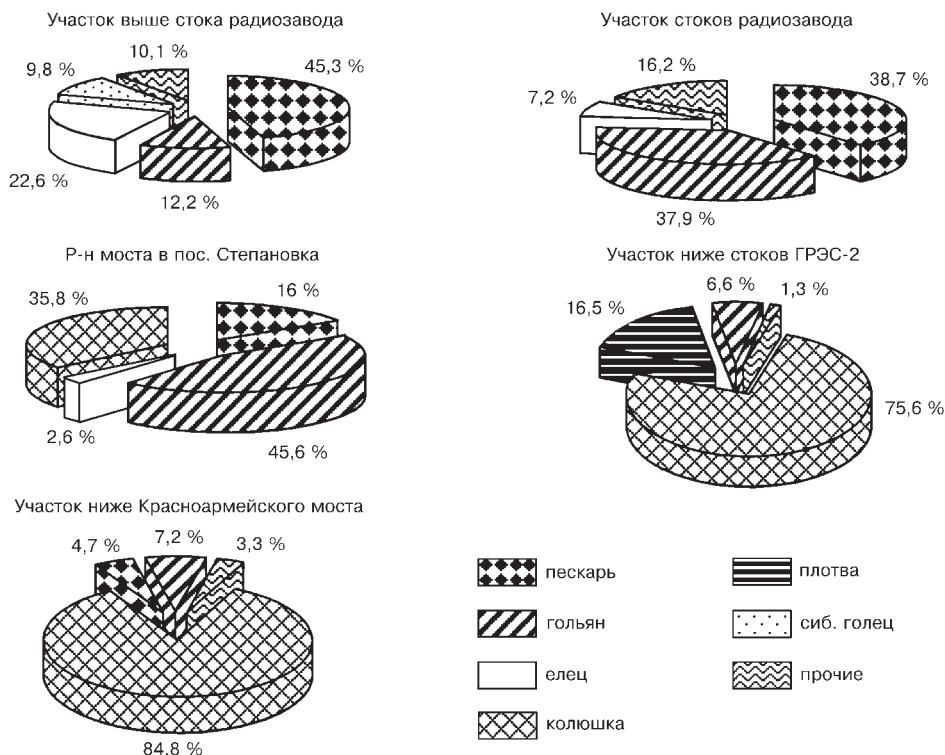


Рис. 3. Видовой состав и численность рыб в неводных уловах р. Ушайки.

указанных предприятий: в стоках эмалированного производства зарегистрировано превышение ПДК по 9 показателям; радиотехнического завода – по 10 показателям (фенолу – превышение в 100 раз, солям аммония – в 18 раз, свинцу – в 33,3 раза, железу – в 10 раз и т. д.).

Контрольные обловы, проведенные на р. Ушайке в 1998 г., показали также пространственную изменчивость рыбного сообщества, но доминирующим комплексом является ельцово-пескаревый, единично в уловах отмечены плотва, серебряный карась. Обнаружение хариуса также свидетельствует о некотором благополучии данной экосистемы по сравнению с исследованиями 1993 г. [22].

Бассейн р. Басандайки расположен на менее урбанизированной территории по сравнению с р. Ушайкой, поэтому степень загрязнения значительно ниже. По химическому составу воды р. Басандайка является сравнительно чистой, лишь ниже пос. Лучаново наблюдается умеренное загрязнение. Река справляется с по-

ступающими загрязнениями, самоочищение происходит на всех участках реки.

В верхнем участке реки до пос. Некрасово преобладают стенобионты, реофилы: хариус, сибирский елец и др. Размерные показатели, видовое разнообразие, возрастная структура популяций рыб, состояние репродуктивной системы находятся в норме, что указывает на относительно хорошее качество воды. Присутствие почти на всех участках р. Басандайки чувствительных к токсическим веществам видов (хариус, голец сибирский), их относительно высокая численность и структурно-функциональные характеристики рыбных сообществ указывают на слабое загрязнение реки до пос. Лучаново.

Ниже Лучановского завода содержание в воде меди превышает ПДК в десятки раз, усиливается загрязнение и за счет стоков с приусадебных дачных участков, соответственно изменяется и структура рыбного сообщества: увеличивается число эврибионтов. Даже на небольшом отрезке р. Басандайки (от пос. Лучаново

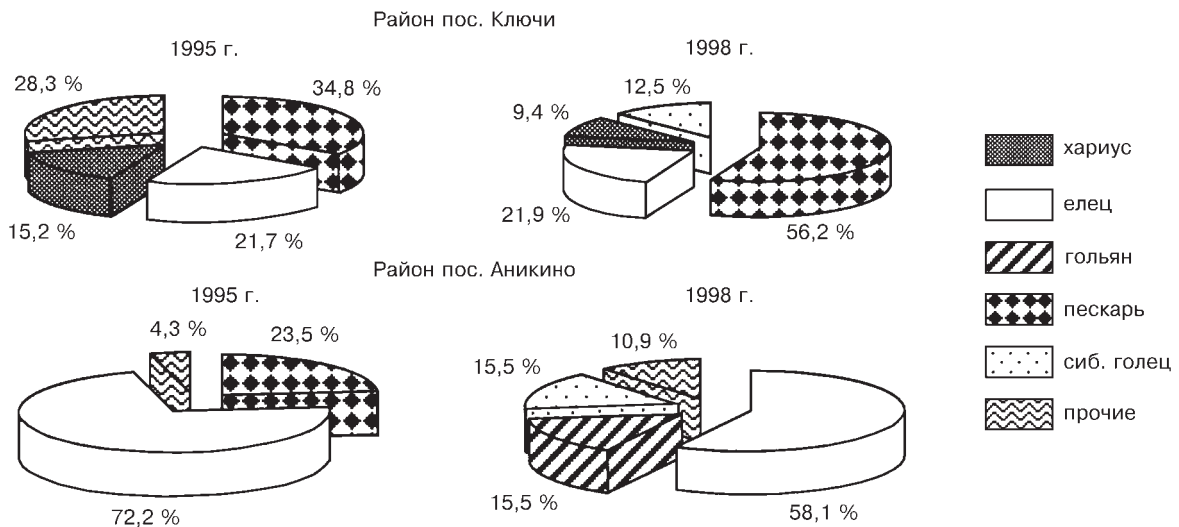


Рис. 4. Видовой состав и численность рыб в неводных уловах р. Басандайки.

до пос. Аникино) прослеживаются пространственно-временные изменения рыбного сообщества (рис. 4).

В р. Тугояковке обитают 10 видов рыб. Контрольные обловы, проведенные в 1998 г., показали, что в уловах присутствовали 7 видов: пескарь, елец, хариус, сибирский голец, голяян, сибирский подкаменщик, щука (рис. 5). В низовьях реки значительный процент в уловах стенореофилов (хариус, сибирский подкаменщик) свидетельствует о благополучном экологическом состоянии данной экосистемы. Выявлена сезонная изменчивость структуры сообщества и его численности. Все сказанное свидетельствует о чистоте вод р. Тугояковки. К сожалению, рекреационную зону Тугояковки несколько нарушает санаторий "Строитель", который сбрасывает воды в устье реки.

Сравнение ихтиоценозов исследованных водотоков показало, что по степени загрязнения выделяется р. Ушайка. Река Киргизка приближается к ней по уровню деградационных процессов в рыбном сообществе. В обеих реках преобладает токсическое, органическое загрязнение, а вода в устье характеризуется как грязная. Ихтиокомплексы рек Ушайки и Киргизки сходны: в верховьях рек преобладают эврибионты, в нижних участках – непромысловые виды рыб или они отсутствуют вовсе. Здесь адаптировались рыбы, не встречавшиеся ранее в данной природно-географической зоне, но прижившиеся в наиболее загрязненных участках (девятииглая колюшка). Степень трансформации и деградации рыбного сообщества увеличивается в обеих реках от истоков к устью, и процесса самоочищения не происходит.

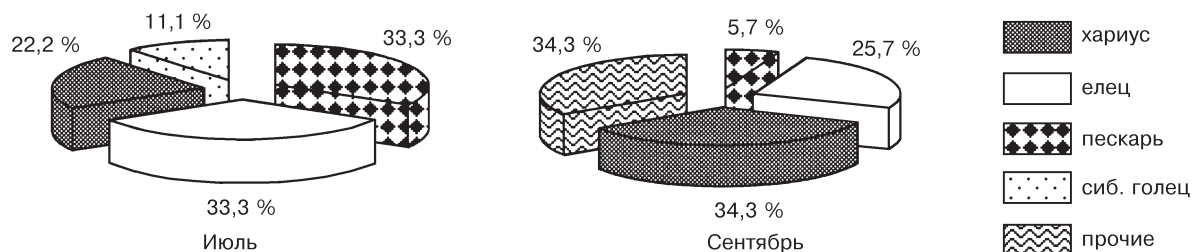


Рис. 5. Видовой состав и численность рыб в неводных уловах р. Тугояковки.

Весьма чистая река – Басандайка, где стенофилы сохранились даже в нижнем течении.

Самая чистая река – Тугояковка, где стенофилы – хариус, сибирский голец, сибирский подкаменщик – распространены повсеместно.

#### ПАЗАРИТОФАУНА РЫБ

Паразитологические исследования рыб рек Ушайки, Басандайки, Тугояковки проводили с 1989 по 1998 гг. Обнаружено 59 видов широко распространенных паразитов из 10 систематических групп (микоспоридии – 11, инфузории – 9, моногенеи – 20, трематоды – 10, цестоды – 3, нематоды – 1, ракообразные – 2, пиявки – 1, моллюски – 1, грибы – 1 вид). Общий процент зараженности по всем водоемам 58,3. Наиболее зараженным был елец, его паразитофауна насчитывала 36 видов (микоспоридии – 8, инфузории – 5, моногенеи – 10, трематоды – 7, цестоды – 2, нематоды – 1, ракообразные – 1, пиявки – 1, моллюски – 1 вид). Самая богатая и разнообразная паразитофауна зарегистрирована у рыб из р. Ушайки, что, вероятно, связано с большим числом вскрытых рыб и обследованных методом полного паразитологического анализа.

Река Ушайка – один из самых загрязненных правобережных притоков р. Томи. Изучению этого водоема уделялось особое внимание. Впервые сбор паразитов рыб из р. Ушайки проводился в 1989–1991 гг. Методом полного паразитологического анализа просмотрено 150 экз. рыб 11 видов и обнаружено 59 видов паразитов. В 1997–1998 гг. просмотрено 33 экз. рыб 3 видов (плотва – 3, елец – 20, пескарь – 10 экз.) и обнаружен 31 вид паразитов из 9 систематических групп (микоспоридии – 5, инфузории – 4, моногенеи – 9, трематоды – 7, цестоды – 2, нематоды – 1, ракообразные – 1, пиявки – 1, моллюски – 1 вид).

Сравнивая данные по зараженности рыб из р. Ушайки в разные годы, можно отметить, что произошли изменения в видовом составе паразитов. Так, в 1989–1991 гг. на жабрах плотвы и ельца обнаружены цисты, содержащие множество уродливых спор – от 38,0 до 52,0 % по отдельным видам [9]. В настоящее время у микоспоридий (*Myxobolus dispar*, *M. macrocapsularis*, *M. ellipsoides*, *M. bramae*, *M. muelleri*)

с жабр ельца процент уродливых спор снизился и колебался от 2,0 до 24,0. Снизилась экстенсивность заражения ельца триходинеллами (*Trichodinella epizootica* – с 56,8 до 25,0 %) и трипартиеллами (*Tripartiella incisa* – с 38,4 до 15,0 %). Однако остается высокой зараженность пескаря апизомами. Так, в прошлые годы зараженность составляла 55,0, а в настоящее время – 80,0 % с максимальной интенсивностью до 100 экз., что свидетельствует о высокой загрязненности водоема органическими веществами.

Известно, что моногенетические сосальщики чувствительны к химическому составу воды. Нами в 1997–1998 гг. зарегистрировано 9 видов моногеней, а в 1989–1991 гг. – 20 видов, экстенсивность заражения рыб многими из них также снизилась – у ельца с 24,6 до 20,0 %, а у пескаря – с 33,2 до 10,0 %. Среди гиродактилид чаще других встречались *Gyrodactylus carassii* (15,0 %) и *Gyrodactylus* sp. (20,0 %) у ельца и *G. gobii* (10,0 %) у пескаря. Резко снизилась встречаемость гиродактилид с недоразвитием отдельных структур прикрепительного аппарата. Обнаружено всего 3 экз. *Gyrodactylus* sp., у которых наблюдалось недоразвитие внутреннего отростка срединных крючьев. Зараженность рыб диплозоонами, которые считаются наиболее устойчивыми из моногеней к загрязнению, повысилась у пескаря с 18,0 до 20,0 %, но снизилась у ельца с 30,0 до 25,0 %.

Видовой состав паразитов со сложным циклом развития (трематоды, цестоды) остается небогатым и представлен в основном широко распространенными видами (*Rhipidocotyle campanula*, *Opisthorchis felineus*, *Allocreadium isoporum*, *Cotylurus variegatus*, *C. platycephalus*, *Diplostomum spathaceum*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Triaenophorus nodulosus*, *Proteocephalus torulosus* и др). Обеднен состав нематод, рачков, пиявок и представлен, соответственно, такими видами, как *Raphidascaris acus*, *Piscicola geometra*, *Ergasilus sieboldi*.

Состав паразитов рыб р. Ушайки (до устьевого района) свидетельствует о некоторой тенденции улучшения экологической ситуации водоема, но необходимы дополнительные исследования для более глубокого анализа.

Обследование рыб из рек Басандайки и Тугояковки осуществлялось в 1997–1998 гг., в основном методом неполного паразитологиче-

Т а б л и ц а 3

**Зараженность паразитами мышц ельца из притоков р. Томи (1989–1998 гг.)**

Название паразитов	Водоем					
	р. Ушайка		р. Басандайка		р. Тугояковка	
	Количество зараженных рыб, экз.	Экстенсивность заражения, %	Количество зараженных рыб, экз.	Экстенсивность заражения, %	Количество зараженных рыб, экз.	Экстенсивность заражения, %
<i>Myxobolus</i> Butshli	10	8,4	4	9,6	3	21,3
<i>Opisthorchis felineus</i> (Rivolta, 1884)	–	–	8	19,2	5	35,5
<i>Rhipidocotyle campanula</i> (Dujardin, 1845)	20	16,8	13	31,2	2	14,2
<i>Paracoenogorimus ovatus</i> (Katsurada, 1914)	–	–	2	4,8	2	14,2
Количество обследованных рыб, экз.	118		42		14	

ского вскрытия, т. е. просматривались мышцы компрессионным способом. Известно, что в бассейне р. Томи существует крупный очаг описторхоза. Основное эпидемиологическое значение в распространении инвазии в данном очаге из всех карповых рыб имеет елец, зараженность которого колеблется от 60,0 до 66,0 % [8].

Нами обследовано 67 экз. рыб, 6 видов (щука – 1, елец – 42, пескарь – 9, голянь – 4, окунь – 10, подкаменщик – 1 экз.) из рек Басандайки и Тугояковки – 25 экз. рыб трех видов (елец – 14, пескарь – 6, хариус – 5 экз.).

Впервые в мышцах ельца из рек Басандайки и Тугояковки регистрируются личинки кошачьей двуустки с интенсивностью от 1 до 58 экз. (табл. 3). До сих пор эти водоемы считались не только наиболее чистыми, но и благополучными в отношении описторхоза, являясь местами любительского лова рыбы.

Кроме того, в мышцах ельца обнаружены цисты микроспоридий и метацеркарии трематод *Rhipidocotyle campanula*, *Paracoenogorimus avatus*, окончательными хозяевами двух последних являются хищные рыбы и птицы (см. табл. 3). Эти паразиты для человека не опасны.

Таким образом, в связи с регистрацией очага описторхоза на реках Басандайка и Тугояковка требуется осуществление регулярного санитарно-эпидемиологического контроля и санитарно-просветительной работы среди населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Г. Иоганзен, М. А. Попов, А. И. Якубова, Рыбное хозяйство Томской области и продуктивность водоемов, т. 2, Томск, 1951, 121–191.
2. Н. А. Залозный, Проблемы экологии, т. 4, Томск, Изд-во Том. ун-та, 1976, 97–112.
3. Н. А. Залозный, Проблемы экологии, т. 3, Томск, 1973, 135–138.
4. Л. А. Попкова, Природокомплекс Томской области. Биологические и водные ресурсы, т. 2, Томск, 1995, 129–134.
5. Л. А. Попкова, А. И. Рузанова, Т. В. Юракова, Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири, Томск, 1996, 35–36.
6. А. П. Петлина, Т. В. Юракова, Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири, Томск, 1996, 33–34.
7. А. П. Петлина, Р. Ю. Моисеев, И. А. Михайлов, Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири, Томск, 1996, 158–159.
8. Т. А. Бочарова, Г. И. Головкин, Актуальные проблемы описторхоза, Томск, 1986, 24–25.
9. Т. А. Бочарова, Паразиты и болезни рыб и гидробионтов Ледовитоморской провинции, Улан-Удэ, 1993, 6–7.
10. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. Отв. ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовской, М., Наука, 1975.
11. Методы определения продукции водных животных. Отв. ред. Г. Г. Винберг, Минск, Вышэйш. шк., 1968.
12. А. В. Макрушин, Биологический анализ качества вод, Л., Изд-во АН СССР, 1974.
13. В. В. Кафанова, Методы определения возраста и роста рыб: Учебное пособие, Томск, Изд-во Том. ун-та, 1989.
14. И. Ф. Правдин, Руководство по изучению рыб, М., Пищевая пром-сть, 1966.
15. Н. И. Чугунова, Руководство по изучению возраста и роста рыб, М., Изд-во АН СССР, 1959.
16. Е. А. Веселов, Определитель пресноводных рыб фауны СССР, М., Просвещение, 1977.
17. А. Ф. Коблицкая, Определитель молоди пресноводных рыб, М., Легкая и пищевая пром-сть, 1991.
18. Временные методические указания по гидробиологическому анализу качества вод малых рек, М., 1994.

19. В. И. Попченко, Водные малощетинковые черви Северной Европы: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук, Киев, 1988.
20. Н. А. Залозный, Н. А. Шаманцова, Состояние водных экосистем Сибири и перспективы их использования, Томск, 1998, 286–288.
21. В. П. Лукьяненко, Ихтиотоксикология, М., Пищевая пром-сть, 1989.
22. Т. В. Юракова, Природокомплекс Томской области, т. 2, Томск, 1995, 161–168.

### **Hydrobionts of Some Small Rivers of the Lower Tom and Their Importance for Evaluation of Ecological Situation of Water Bodies**

A. P. PETLINA, T. V. YURAKOVA, N. A. ZALOSNY, T. A. BOCHAROVA,  
L. V. LUKYANTSEVA, T. A. BRUSYANINA, N. A. SHAMANTSOVA, S. S. POD UNAS

Small water courses of the rivers Kirghizka, Ushaika, Basandaika, Tugoyakovska of the basin of the Lower Tom situated in the urban and suburban zone of Tomsk are under the condition of various degree of anthropogenic influence. In the present work, structural and functional peculiarities of zoobenthos and zooplankton communities, and of fish populations are elucidated. A mosaicism of distribution was found, the qualitative and quantitative composition of invertebrate fauna, the degree of alteration and degradation of fish communities depending on the hydrobionts' living conditions have been studied. The species composition and infection of fish by parasites, including opistorchids, are described.

On the basis of use of bioindication indices of plankton, benthos and fish communities, an estimation of the ecological condition of small water courses of the Lower Tom is made.