

**СТРУКТУРА БЕНТОЦЕНОЗОВ И КАЧЕСТВО ВОД ГОРНЫХ  
РЕК БАССЕЙНА ВЕРХНЕГО АМУРА**

**О.К. Клишко, П.В. Матафонов**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, ул. Бутина, 26,  
Чита, 672090, Россия. E-mail: amelik2@mail.ru*

Исследована бентофауна горных рек верховья бассейна Амура. Выявлены ее биоресурсный потенциал, структура бентоценозов на основных биотопах (плёс-перекат) и их динамика по продольному профилю рек. Дана оценка качества вод на локальных участках водотоков в зоне геотехногенеза.

**BENTHOCENOSIS STRUCTURE AND WATER QUALITY  
OF MOUNTAIN RIVERS OF THE UPPER AMUR RIVER BASIN**

**O.K. Klishko, P.V. Matafonov**

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS, 26 Butin Str., Chita,  
672090, Russia. E-mail: amelik2@mail.ru*

Benthos fauna in mountain rivers of the Upper Amur basin is studied. Zoobenthos as bioresearches, benthocenosis structure in biotopes (reach-rift-sink) and their dynamics on longitudinal grade of rivers discovered. Water quality on local sections of streams at geotechnogenesis zone estimated.

Проблема загрязнения малых рек определяют необходимость оценки, контроля и прогноза качества вод для принятия мер по предотвращению ухудшения состояния окружающей среды. В настоящее время в системе мониторинга отдается предпочтение биологическому методу, поскольку сообщества водных организмов отражают совокупное воздействие факторов среды на качество поверхностных вод (Семенченко, 2004). В экосистемах малых рек наиболее богатой по разнообразию и количественному развитию гетеротрофных организмов является зообентос. Донным беспозвоночным принадлежит основная роль в качестве биоресурсов водотоков, функционировании их экосистем и биоиндикации. Биоиндикация является неотъемлемой частью мониторинга поверхностных вод и оценки их качества. Высокая информативность таксономических структурных показателей бентоценозов по продольному профилю водотоков позволяет эффективно оценивать степень загрязнения и качество вод, как на локальных участках, так и водотока в целом.

Целью данной работы было выявление таксономической структуры бентоценозов в р. Унда и ее притоках, расположенных в зоне геотехногенеза и оценка качества их вод.

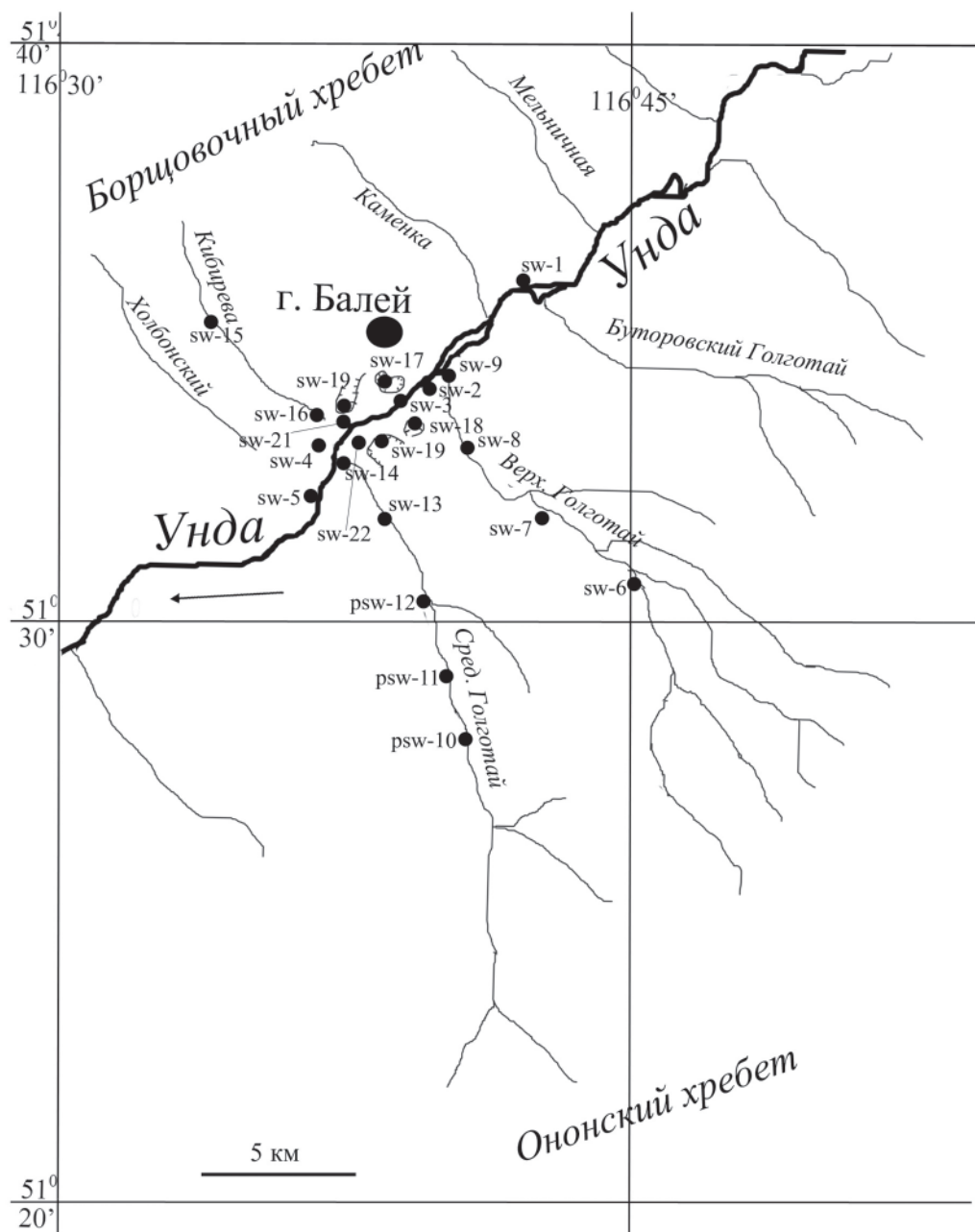


Рис. 1. Карта района исследования в верховье бассейна Амура Забайкальского края. Среднее течение р. Унда с притоками в зоне геотехногенеза

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследованием была охвачена территория бассейна среднего течения р. Унда (притока Амура 3-го порядка) с ее притоками р. Верхний Голготай, р. Средний Голготай, ручей Кибирева в зоне геотехногенеза – территории активной деятельности горнодобывающей промышленности Забайкальского края (рис. 1). Река Унда на участке исследования, имеет полугорный характер, испытывает комплексное антропогенное воздействие. Ее мелководные, холодноводные горные притоки подвержены техногенному влиянию на локальных участках.

Химический состав вод исследуемых водотоков в зоне геотехногенеза, формируется под воздействием дренажных вод и поверхностного стока с расположенных вблизи карьеров, отвалов и хвостохранилищ золотоизвлекающих фабрик (ЗИФ). Кроме того, водотоки загрязняются бытовыми отходами с селитебных территорий.

Сбор материала по зообентосу проведен в мае 2007 г. Пробы бентоса на каменисто-галечных грунтах отбирались бентометром конструкции Леванидова (площадь захвата 0,06 м<sup>2</sup>), на мягких грунтах – дночерпателем Петерсена (0,025 м<sup>2</sup>). Согласно рекомендациям (Методические рекомендации ..., 2003), отбор проб зообентоса проводился на каждой станции в трех точках: на плёсе, перекате и сливе, в каждой в трех повторностях. Их комбинация является основным структурным элементом речной системы, где структура сообществ бентоса значительно различается и хорошо выражено ее продольное распределение. Всего отобрано 69 количественных проб. Количественные характеристики зообентоса рассчитывались по численности (экз./м<sup>2</sup>) и биомассе (г/м<sup>2</sup>), структура бентоценозов – по численности основных групп (%) на плёсе, перекате, сливе и по продольному профилю водотоков. Качество вод оценивалось с помощью биотических индексов, основанных на видовом богатстве и структуре сообществ зообентоса. В их числе использовались: индекс Шеннона (ИШ), хириноmidный индекс Балушкиной (ИБ), Extended Biotic Index (EBI), Biological Monitoring Working Party Index (BMWP) и Belgian Biotic Index (BBI). Выбор индексов, имеющих разную чувствительность на загрязнение, продиктован необходимостью наиболее эффективной, комплексной оценки качества вод по структуре сообществ зообентоса в исследованных водотоках.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В бентофауне исследованных водотоков обнаружено более 350 таксонов, принадлежащих 32 систематическим группам. 67 % их состава относится к типичным реофилам, из которых подавляющее большинство – литореофилы, предпочитающие каменистые биотопы чистых, быстротекущих рек и ручьев. Наиболее разнообразной была группа хириноmidов (185 таксонов), составивших более 50 % общего состава. Значительно менее разнообразными были ручейники (50 таксонов), поденки (20), веснянки и мошки (по 16 таксонов), мокрецы (10), жуки и клопы (по 7 таксонов). Прочие таксономические группы: стрекозы, двукрылые, олигохеты, нематоды, пиявки, моллюски, амфиподы и др. представляли от 1 до 5 таксонов.

Таксономическое богатство, средняя численность и биомасса зообентоса в исследованных водотоках характеризуют его биоресурсный потенциал (табл. 1).

Таблица 1

**Таксономическое разнообразие и количественные показатели зообентоса**

	р. В. Голготай	р. Ср. Голготай	руч. Кибирева	р. Унда
Число таксонов	196	132	56	147
Средняя численность, экз./м <sup>2</sup>	13044	8129	5873	2799
Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup>	22,62	16,53	11,08	7,38

Наиболее высокое разнообразие и количественное развитие зообентоса было в р. В. Голготай, а самые низкие их значения – в ручье Кибирева. Для всех исследованных водотоков выявлено неравномерное количественное развитие бентоценозов, как на основном структурном элементе водотоков (плёс-перекат), так и по продольному профилю. Характерное распределение бентоценозов по численности и биомассе показано в створах р. В. Голготай, в верховье которой (вне зоны геотехногенеза) был выбран эталонный створ (рис. 2). В структурной организации бентоценозов число основных индикаторных групп варьировало слабо; изменялось, главным образом, их количественное соотношение. На плёсе, по всему продольному профилю реки, доминирующей группой бентоса были хирономиды, занимая 74–87 % сообществ (рис. 3). На перекаате в роли доминантов были мошки (36–66 %), кроме устьевого участка. Роль хирономид на перекаате изменялась от 9 до 25 %, достигая на устье 98 % общей численности. На сливе в верховье (эталонный створ) доминировали олигохеты (59 %), в среднем и нижнем течении – хирономиды (58–79). Сходный характер структуры и ее динамики по продольному профилю водотока были в р. Ср. Голготай и ручье Кибирева.

Р. Унда по количественному развитию и мозаичному распределению бентоценозов значительно отличалась от притоков (рис. 4), что связано с более значительным влиянием загрязнений от техногенных сооружений в ее долине. В структурной организации доминирующими группами бентоценозов были поденки, хирономиды и олигохеты (рис. 5). На плёсах и перекатах, вне зоны геотехногенеза (ст. 1, 5), поденки занимали 23–55 % общей численности бентоценозов; в зоне влияния загрязнений (ст. 2–4) они отсутствовали. При стабильном обитании на сливе, их роль не превышала 19–21 %. Хирономиды и олигохеты доминировали на плёсе

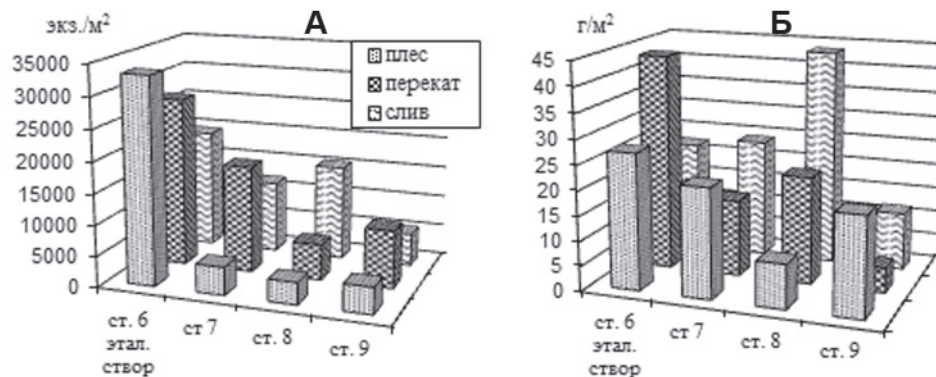


Рис. 2. Распределение численности (А) и биомассы (Б) в бентоценозах на плесе, перекаате, сливе и от верховья (ст. 6) к устью (ст. 9) р. Верхний Голготай

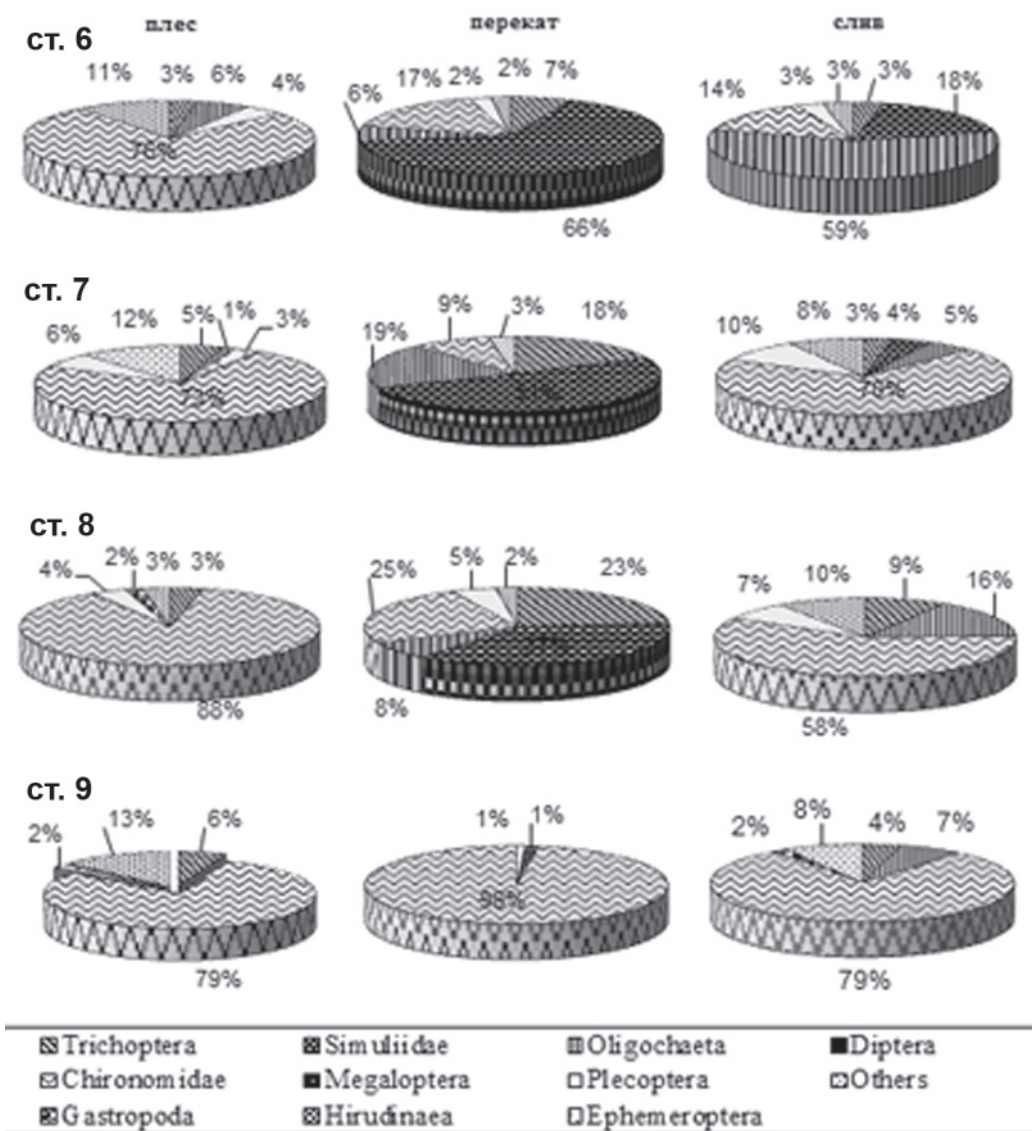


Рис. 3. Структура бентоценозов (% общей численности) в р. Верхний Гоготай на плесе, перекате и сливе – по горизонтали, в продольном профиле (ст. 6–9) – по вертикали

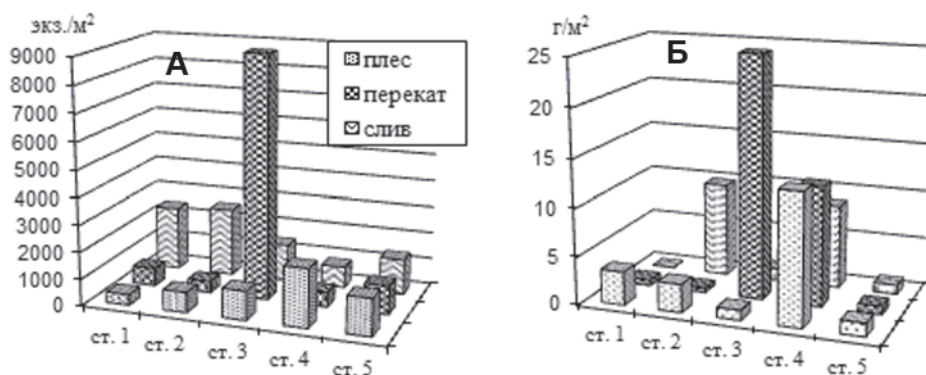


Рис. 4. Распределение численности (А) и биомассы (Б) в бентоценозах структурного элемента (плес-перекат) и по продольному профилю р. Унда; ст. 2–4 – в зоне геотехногенеза



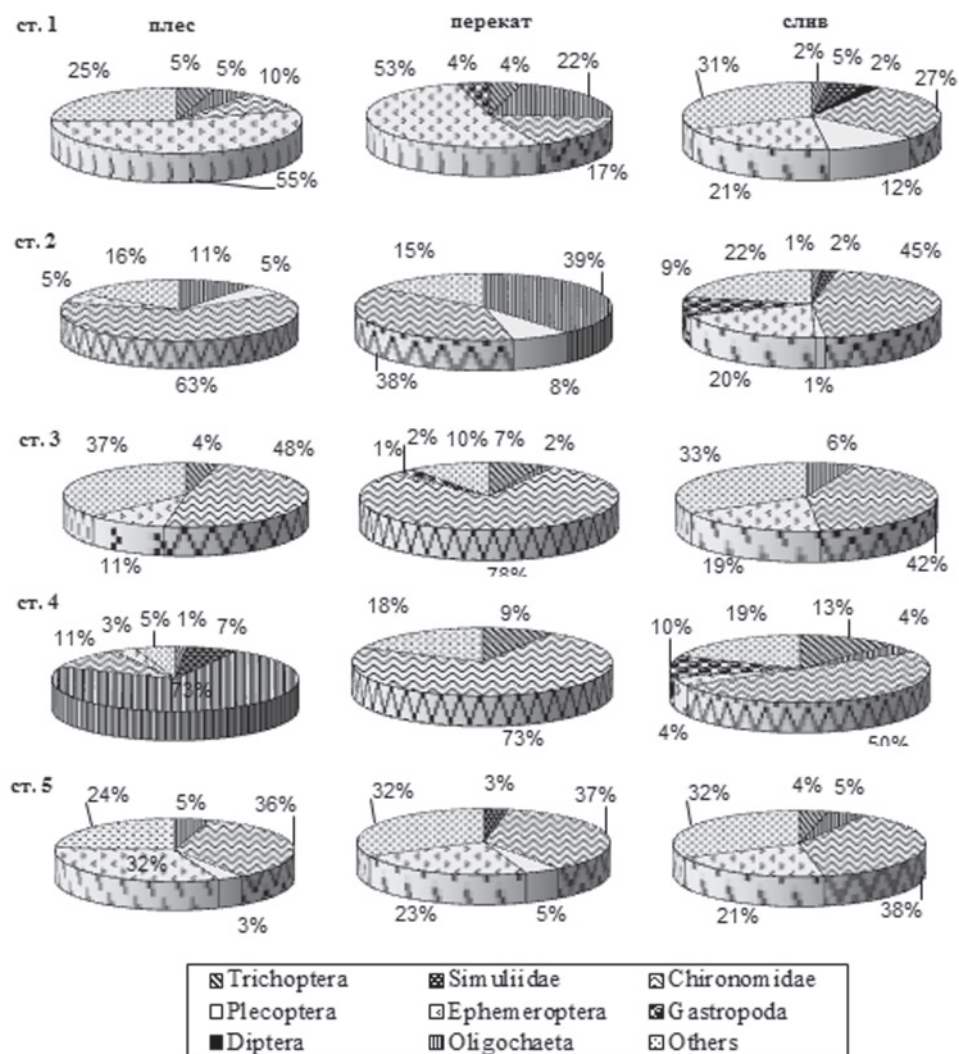


Рис. 5. Структурная организация бентоценозов (% общей численности) на плесе, перекате, сливе и ее динамика в продольном профиле (ст. 1–5) в р. Унда

и перекате, в зоне наибольшего влияния загрязнений, занимая от 39 до 73 % общей численности бентоценозов.

Уровень загрязнения и качество вод, оцененные по структурным показателям бентоценозов на локальных участках водотоков, в пределах структурного элемента (плёс-перекат) каждого створа, довольно неоднозначны (табл. 2). Например, на эталонном створе (ст. 6 р. В. Голготай), соответствующем параметрам его выделения (типичность для реки и бассейна, отсутствие антропогенной трансформации, естественные экологические условия), на плёсе и перекате воды чистые, хорошего качества по всем индексам; на сливе воды чистые только по индексу Балушкиной (ИБ), по другим индексам – загрязненные, невысокого качества. На прочих станциях р. В. Голготай и других горных притоков, а также в р. Унда, испытывающих антропогенное воздействие различного характера и уровня, состояние вод, оцененное индексами разной чувствительности, находятся в градациях от чи-

Таблица 2

## Уровень загрязнения и качество вод исследованных водотоков в зоне геотехногенеза

Станция	ИШ		ИБ		ЕВІ		ВВІ		ВМWP	
р. Верхний Голготай										
6а. плес	3,00	ч	0,26	ч	8	х	8	х	57	х
6б. перекаат	2,99	ч	0,14	ч	8	х	8	х	51	х
6с. слив	2,77	зг	0,38	ч	7	н	6	пс	20	п
7а. плес	3,90	ч	0,81	ч	9	х	9	в	58	х
7б. перекаат	2,50	зг	0,98	ч	8	х	8	х	54	х
7с. слив	2,08	зг	0,27	ч	8	х	8	х	86	х
8а. плес	2,80	зг	0,46	ч	9	х	9	в	93	х
8б. перекаат	2,72	зг	0,09	ч	8	х	8	х	47	н
8с. слив	3,97	ч	0,14	ч	8	х	8	х	55	х
9а. плес	3,27	ч	1,53	уз	7	н	6	пс	85	х
9б. перекаат	2,72	зг	0,2	ч	5	нз	7	х	27	н
9с. слив	1,38	зг	0,5	ч	7	н	7	х	62	х
р. Средний Голготай										
10а. плес	3,27	ч	0,60	ч	8	х	8	х	60	х
10б. перекаат	2,75	з	0,30	ч	8	х	8	х	73	х
10с. слив	2,34	з	4,10	уз	5	нз	5	пс	27	н
11а. плес	2,94	з	1,50	уз	7	н	6	пс	53	х
11б. перекаат	3,12	ч	0,70	ч	7	н	7	х	64	х
11с. слив	3,99	ч	1,95	уз	7	н	8	х	48	н
12а. плес	3,67	з	1,60	уз	7	н	8	х	62	х
12б. перекаат	3,68	ч	1,34	уз	7	н	8	х	66	х
12с. слив	2,30	з	1,30	уз	8	х	8	х	81	х
13а. плес	3,06	ч	0,80	ч	7	н	7	х	45	н
13б. перекаат	3,58	ч	0,30	ч	8	х	8	х	60	х
13с. слив	2,10	з	1,25	уз	8	х	7	х	50	х
14а. плес	2,45	з	5,30	уз	6	н	5	пс	23	н
14б. перекаат	2,06	з	5,63	уз	6	н	5	пс	39	н
14с. слив	3,13	ч	0,82	ч	8	х	8	х	58	х
ручей Кибирева										
15а. плес	2,19	зг	0,60	ч	7	н	7	х	22	
15б. перекаат	2,35	зг	0,32	ч	7	н	7	х	17	
15с. слив	2,03	зг	0,68	ч	8	х	8	х	36	н
16а. плес	1,29	зг	0,30	ч	7	н	7	х	24	п
16б. перекаат	2,50	зг	0,35	ч	8	х	8	х	37	н
16с. слив	2,07	зг	1,86		7	н	6	пс	10	п
р. Унда										
1а. плес	2,27	зг	6,00	уз	7	н	7	х	49	н
1б. перекаат	2,81	зг	0,70	ч	7	н	8	х	39	н
1с. слив	3,03	ч	1,22	ч	7	н	7	х	33	н
2а. плес	1,74	зг	0,52	ч	2	п	2	оп	3	п
2б. перекаат	2,93	зг	0,40	ч	6	н	8	х	20	п
2с. слив	1,96	зг	0,42	ч	7	н	7	х	8	п
3а. плес	3,48	ч	1,34	уз	6	н	8	х	30	н
3б. перекаат	4,24	ч	0,87	ч	9	х	7	х	48	н

окончание таблицы 2

Станция	ИШ		ИБ		ЕВІ		ВВІ		ВМWP	
	Значение	Класс	Значение	Класс	Значение	Класс	Значение	Класс	Значение	Класс
3с. слив	3,20	ч	1,60	уз	7	н	7	х	30	н
4а. плес	1,49	зг	3,60	уз	7	н	7	х	46	н
4б. перекаат	0,22	г	0,30	ч	6	н	6	пс	29	н
4с. слив	1,03	зг	6,50	з	5	н	7	х	22	п
5а. плес	3,13	ч	2,80	уз	7	н	7	х	40	н
5б. перекаат	3,26	ч	4,00	уз	8	х	7	х	30	н
5с. слив	3,09	ч	1,94	уз	6	н	7	х	18	п

Примечание: ч – воды чистые, уз – умеренно загрязненные, зг – загрязненные;  
 в – качество вод высокое, х – хорошее, н – невысокое, нз – низкое,  
 пс – посредственное, п – плохое, оп – очень плохое.

стых до умеренно загрязненных, а их качество – от высокого до плохого. В целом интегральная оценка качества вод по комплексу биотических индексов на локальных участках исследованных водотоков довольно адекватно отражает степень их загрязнения (табл. 3). При этом необходимо учитывать, что в зоне геотехногенеза водотоки испытывают, главным образом, химическое загрязнение. Очевидно, что бальная градация использованных индексов, широко применяемых в системе биоиндикации стран ЕС, не учитывает региональной специфики таксономического состава зообентоса, их толерантности к геохимическому фону и реакции на его изменение. Более информативную оценку качества вод может дать биогеохимическая диагностика состояния донных беспозвоночных, наиболее адекватно реагирующих на химическое загрязнение.

Таблица 3

**Интегральная оценка качества вод по комплексу биотических индексов**

Локальные участки	Уровень загрязнения вод	Качество вод	Тип водоема
р. Верхний Голготай			
эталонный створ	Чистые	Хорошее	олигосапробный
в створе отвалов	Умеренно загрязненные	Низкое	β-мезосапробный
ниже хвостохранилища	Умеренно загрязненные	Низкое	β-мезосапробный
р. Средний Голготай:			
в створе месторождения	Умеренно загрязненные	Невысокое	β-мезосапробный
вне зоны геотехногенеза	Чистые	Хорошее	олигосапробный
устье – селитебная зона	Умеренно загрязненные	Невысокое	β-мезосапробный
ручей Кибирева:			
верховье	Чистые	Хорошее	олигосапробный
вблизи устья	Умеренно загрязненные	Невысокое	β-мезосапробный
р. Унда:			
выше г. Балей	Умеренно загрязненные	Невысокое	β-мезосапробный
зона геотехногенеза	Умеренно загрязненные	Невысокое	β-мезосапробный
ниже зоны геотехногенеза	Умеренно загрязненные	Невысокое	β-мезосапробный



## ЛИТЕРАТУРА

- Семенченко В.П. 2004.** Принципы и системы биоиндикации текучих вод. Минск: «Орех». 124 с.
- Тиунова Т.М. 2003.** Методы сбора и первичной обработки количественных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М.: ВНИРО. С. 5–13.