

УДК 628.163(282.251.2)

ЗООЛОГИЯ

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД МАЛЫХ РЕК СОРА, БЮРЯ (БАССЕЙН ЕНИСЕЯ)

З. Г. Гольд

Приведены результаты анализа качества вод малых рек Сора и Бюра (бассейн Енисея) по биологическим показателям — преобладающим видам фито-, зоопланктона и бентоса.

В последние годы в реки Сора и Бюра (бассейн Енисея) начали поступать сточные воды промышленных предприятий, хозяйственно-бытовые и стоки с окружающих удобряемых полей, под влиянием которых существенно изменяются гидрологическая и гидробиологическая характеристики рек. Настоящая работа посвящена анализу вод рек Соры и Бюри. Для оценки качества вод использовали биологические показатели — руководящие формы фито-, зоопланктона и бентоса — по материалам полевых исследований 1973—1974 гг.

Район рек Сора и Бюра относится к типу горно-степных с резко континентальным климатом. Своё начало реки берут в отрогах Кузнецкого Алатау, текут по долинам гор и через Уйбат и Абакан соединяются с Енисеем.

Река Сора имеет родниковое и снеговое питание; в среднем и нижнем течении протекает по обезлесенной равнинной местности. Ширина реки 0,7—1,8 м, глубина 0,4—0,9 м, скорость течения 0,3—0,5 м/сек; температура воды варьирует в разных участках в зависимости от поступающих стоков, но в целом остается низкой. Даже в июле она не поднимается выше 15°C. Прозрачность на верхнем участке, выше сброса сточных вод, составляет 0,7 м, в 500 м ниже поступления стоков — 0,05 м, в устье — 0,3 м. Грунты представлены средней и мелкой галькой, песком.

Река Бюра в верхнем течении (до впадения в нее Соры) имеет небольшие глубины (0,2—0,7 м) и ширину (0,9—3,0 м), скорость течения в среднем 0,5 м/сек, расход воды 0,65 м³/сек, температура в мае 2,8°C, в июле 9,8°C. В грунтах преобладают известняки. После принятия вод реки Соры Бюра течет на две трети своей длины по искусственному руслу, прорытому с мелиоративными целями. Ширина реки в этом районе доходит до 8 м, глубина — 0,5—1,2 м, скорость течения в мае — 0,5—0,9 м/сек, в июле — 0,4—0,7 м/сек, расход воды — 0,7—1,4 м³/сек. Температура воды низкая: в мае 5,8°C, в июле 11,5°C. Прозрачность в среднем 0,5 м. Грунты в основном представлены мелкой и средней галькой, песком, иловые отложения крайне бедны.

Точки отбора проб соответствовали постоянным пунктам (створам) комплексных обследований по гидрологии, гидрохимии и гидробиологии; в настоящей работе анализируется материал с семи створов: № 1 — река Сора, 500 м выше канала сброса сточных вод; № 2 — канал сброса сточных вод в Сорю; № 4 — Сора, 500 м ниже поступления стоков из канала сброса; № 5 — Сора, 500 м выше устья; № 6 — река Бюра, 500 м выше впадения Соры; № 7 — Бюра, 500 м ниже впадения Соры; № 11 — Бюра, 500 м выше устья.

Пробы брали общепринятыми методами [1, 2]: фитопланктон — путем фильтрации 1 л воды через мембранные фильтры № 5, зоопланктон — сетью «Цепелин» из газа № 68 с площадью входного отверстия 0,005 м², бентос — скребком-дночерпачем Петерсена (площадь 0,025 м²) и сбором организмов с камней. Сапробиологическую оценку проводили по методу Пантле и Букка [3].

Результаты химических анализов воды, проведенных в лаборатории гидрохимии Красноярского управления гидрометеослужбы, представлены в таблице 1. Обращает на себя внимание высокое содержание кислорода (11,3—12,0 мг/л) на большинстве створов, сохранение кислой реакции среды на загрязненных участках и щелочной — на чистых (створы № 1, 6), наличие нефтепродуктов и следов цианидов на створах № 2, 4, 5.

Количественное и качественное распределение организмов* по обследованным участкам рек весьма неравномерное. Наиболее богато представлены биоценозы бентоса — 26 видов, крайне бедно — зоопланктона — 8 форм (табл. 2). Из 54 видов, обнаруженных в реках Сора и Бюря, для 17 видов принадлежность к конкретной зоне сапробности по имеющимся в литературе спискам [3, 4] установить не удалось.

В биоценозах фитопланктона в течение всего года доминируют диатомовые водоросли, численность которых на отдельных участках достигает 392000 тыс. кл/л. Наибольшее число видов (16) обнаружено на створе № 7, который включает как чистые воды реки Бюря, так и загрязненные воды реки Соры. Однако количественные показатели фитопланктона (12 видов) выше на створе № 5; численность 864340 тыс. кл/л, биомасса 3,73 мг/м³ (рис. 1, А). Как индикаторы загрязнения водоросли представлены в основном комплексом мезосапробной зоны — 11 видов, из олигосапробной зоны всего 4 вида, полисапробной — 1 вид. Этому соответствуют и показатели сапробности (табл. 3). Все участки рек, кроме створов № 2 и 5, могут быть отнесены к олиго-β-мезосапробной зоне ($S_{\phi}=1,2-2,0$), створы № 2 и 5 — к α-мезосапробной зоне ($S_{\phi}=2,4$).

Своеобразно распределен в реках зоопланктон: численность коловраток достигает максимума на загрязненных участках; ракообразные распределены по всем створам. Наибольшие качественные и количественные показатели зоопланктона характерны для устья реки Соры (загрязненный створ № 5), наименьшие — для чистых участков (створы № 1 и 6) (табл. 2, рис. 1, Б).

* В определении видового состава гидробионтов принимали участие студенты В. Прокофьев, Г. Лысова, Л. Русанова.

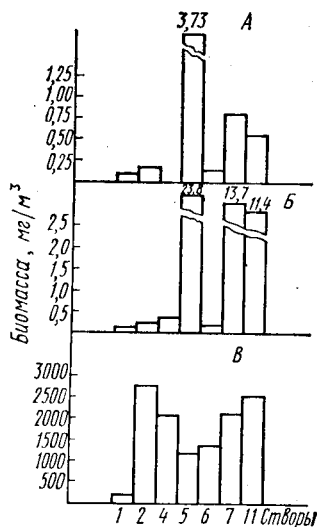


Рис. 1. Динамика биомассы фитопланктона (А), зоопланктона (Б) и бентоса (В) по створам рек Сора и Бюря, 1973 г.

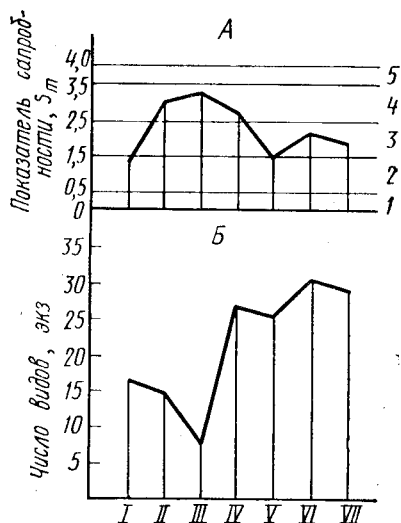


Рис. 2. Изменение сапробности (А) и числа встречающихся видов (Б) участков рек Сора и Бюря, 1973 г. I — верховье реки Соры; II — канал сброса; III — среднее течение реки Соры; IV — устье реки Соры; V — верховье реки Бюря; VI — среднее течение реки Бюря; VII — устье реки Бюря: 1 — ксеносапробная зона, 2 — олигосапробная зона, 3 — β-мезосапробная зона, 4 — α-мезосапробная зона, 5 — полисапробная зона

Гидрохимические показатели рек Соры и Бюри (1973 г.)

Створ, месяц	Температу- ра, °С	Содержание кислорода, мг/л	рН	Содержание, мг/л									
				магния	хлора	SO ₄	общего железа	NH ₄	общего азота	CN	CNS	нефтепро- дуктов	
№ 1													
Май	1,4	12,0	6,0	7,5	1,3	26,3	0,02	0,22	0,30	—	—	—	—
Июль	4,8	12,0	6,8	10,9	12,0	18,0	0,54	0,16	0,27	—	—	—	—
Октябрь	0,8	12,0	8,4	12,4	7,8	14,2	0,01	0,17	0,16	—	—	—	—
№ 4													
Май	7,7	9,4	8,2	13,6	23,5	95,3	0,01	0,22	0,44	Следы	—	—	0,75
Июль	14,0	7,9	8,6	15,0	30,0	141,2	0,84	—	0,16	Следы	—	—	0,45
Октябрь	5,0	6,8	8,6	15,7	46,8	215,4	0,04	—	0,02	Следы	—	—	1,15
№ 5													
Май	6,8	11,9	8,2	15,0	31,5	90,4	0,02	0,79	0,50	—	—	—	—
Июль	13,0	10,7	7,8	21,4	39,0	44,8	0,60	0,13	0,27	—	—	—	0,25
Октябрь	5,8	10,5	8,4	21,5	50,0	177,7	0,01	0,49	0,54	—	—	—	—
№ 6													
Май	2,8	12,2	6,8	12,3	2,3	31,0	0,02	0,25	0,29	—	—	—	—
Июль	9,8	11,7	6,7	16,6	3,1	13,7	0,82	0,17	0,21	—	—	—	—
Октябрь	1,0	11,8	8,4	17,6	3,4	11,1	0,02	0,12	0,12	—	—	—	—
№ 7													
Май	5,7	11,5	8,2	14,5	31,5	90,8	0,02	0,38	0,02	—	—	—	—
Июль	11,5	10,9	8,9	19,1	34,0	48,0	1,12	0,28	0,15	—	—	—	—
Октябрь	2,0	11,3	8,4	21,9	51,5	136,9	0,01	0,31	0,01	—	—	—	—
№ 11													
Май	1,4	12,4	8,2	16,2	31,5	59,0	0,01	0,30	0,56	—	—	—	—
Июль	6,8	10,3	7,8	21,3	24,5	49,9	0,83	0,04	0,43	—	—	—	—
Октябрь	0,7	11,6	8,4	21,3	48,5	102,2	0,02	0,01	0,32	—	—	—	—

Среди организмов зоопланктона доминирует комплекс β -мезосапробной зоны (4 вида), к α -мезосапробной зоне принадлежит 1 вид, к полисапробной — 2 вида. По распределению зоопланктонных организмов-индикаторов к β -мезосапробной зоне относятся чистые участки рек Соры и Бюри (створы № 1,6, $S_3=2,0$), к α -мезосапробной зоне — устья Соры и Бюри (створы № 5, 7, 11, $S_3=2,6-2,8$), к полисапробной — канал сброса сточных вод и среднее течение Соры (створы № 2, 4, $S_3=3,1-3,5$).

Бентос по сравнению с рассмотренными выше биоценозами представлен относительно богаче — 26 видов. Наиболее велика численность (1980 экз/м²) и биомасса (2600 мг/м²) организмов с загрязненных участков рек (створы № 2, 4) при общем числе видов 3—5 (рис. 1, B). В то же время большее число видов (11) обнаружено на чистом створе № 6. Следует отметить, что бентосные организмы более четко приурочены к отдельным участкам рек: на чистых участках обнаружено 14 видов, на загрязненных — 8, на первых и вторых — 4. Соответственно доминирующим комплексом является олигоксеносапробный, включающий 9 видов; индикаторов β -мезосапробной зоны 5 видов, полисапробной — 1 вид. По комплексу бентосных организмов-индикаторов чи-

Таблица 2

Количественное и качественное распределение организмов в реках Сора и Бюра

Организмы	Зона са- пробно- ств (S)	Численность фитопланктона (тыс. кл/л), зоопланктона (экз/м ³) и бентоса (экз/м ²) в створах №						
		1	2	4	5	6	7	11
Фитопланктон								
Diatomeae								
Navicula atomus Grun.	0	92	—	—	—	230	830	2 560
Navicula gracilis Ehr.	b	90	—	—	11 000	—	—	120 600
Navicula radiosa Kütz *	—	—	310	—	24 500	370	14 500	2 670
Gomphonema olivaceum	—	—	—	—	—	—	—	—
Kütz								
Diatoma vulgare Bory	0	160	—	—	—	625	9 200	8 700
Nitzschia acicularis W. Sm.	b	150	—	—	49 000	280	10 400	1 900
Nitzschia intermedia W.	a	4	110	—	1 340	76	11 700	1 780
Sm. *								
Nitzschia linearis W. Sm.	0—b	—	1310	—	3 500	1380	8 700	7 450
Nitzschia dissipata Grun.	b	—	—	—	—	665	12 540	7 950
Fragilaria crotonensis Kütz	b	—	—	—	22 000	—	3 250	2 450
Cocconeis pediculus Ehr.	b	—	—	—	56 800	—	9 400	—
Cymbella lanceolata Ehr.*	b	—	—	—	—	—	940	—
Cymbella tumida V. H. *	—	—	—	—	54 500	260	3 200	—
Synedra capitata Ehr.	—	8	760	—	392 000	200	4 800	—
Surirella biseriata Breb.	b	—	—	—	—	—	—	1 780
Surirella tenera Greg.	b	—	—	—	—	790	780	—
Chlorophyceae	b	—	—	—	203 700	—	20 750	3 340
Actinastrum Hantzschii Ral	b	—	6600	—	17 000	—	—	—
Ankistrodesmus falcatus	b	—	—	—	—	—	—	—
Ral								
Ulotrix zonata Kütz	0	—	—	—	—	266	47 400	2 300
Cyanophyceae	0	—	—	—	—	290	56 400	14 650
Oscillatoria lauterbornia G.	p	—	210	—	33 000	—	—	—
Зоопланктон								
Crustaceae								
Chydorus sphaericus Müll.	b	28	15	76	76	90	245	206
Eucyclops serrulatus Lill.	b	7	—	150	340	26	167	255
Harpacticoidae sp. *	—	—	—	—	5	—	—	—
Nauplii copepoda *	—	22	17	—	5	—	18	37
Rotatoria								
Vorticella microstoma Ehr.	p	—	560	340	560	—	310	100
Vorticella convallaria L.—N.	—	—	—	—	—	—	—	—
Keratella cochlearis mac-	a	—	—	—	40	—	24	28
ranta Laut.	b	21	—	—	150	80	115	70
Euchlanis dilatata Ehvb.	0—b	—	63	38	54	—	18	20
Бентос								
Mollusca								
Stenothyra recondita Lind.	0	25	—	—	—	14	—	—
Planorbis corneus (L.)	b	—	—	—	80	—	140	—
Vermes								
Psammoryctes barbatus	0	—	—	—	—	45	—	—
(Grabe)								
Rhynchelmis tetratheca	x-0	23	—	—	—	18	15	—
Mich.	p	—	480	980	148	—	98	54
Tubifex tubifex (Müll)	0	10	—	—	—	41	—	—
Peloscoclex ferox (Eisen)	—	—	—	—	—	—	—	—
Stylodrilus heringianus	b	—	—	—	74	—	610	115
Clapar.								
Plecoptera								
Diura bicaudata Burm.	x	44	—	—	—	13	—	—
Nemoura sp. *	—	—	—	—	—	—	—	107
Arcynopteryx compacta L.	x	—	—	—	—	11	—	—
Ephemeroptera								
Ephemerella ingnita (Poda)	b	10	—	—	—	120	45	51

Организмы	Зона са- пробно- сти (S)	Численность фитопланктона (тыс. кл/л), зоопланктона (экз/м³) и бентоса (экз/м²) в створах №						
		1	2	4	5	6	7	11
<i>Epeorus assimilis</i> Eth.	0	—	—	—	—	98	—	—
<i>Rithrogena</i> sp. *	—	—	—	—	—	—	—	134
Trichoptera	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Brachycentrus montanus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
KLP.	x	—	—	—	—	48	—	506
<i>Rhyacophila sibirica</i> Pict.*	—	—	—	—	—	—	—	25
<i>Limnophylus politus</i> Mel.	0	—	—	—	—	—	—	64
<i>Limnophylus</i> sp. *	—	—	—	—	—	13	—	—
Diptera	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Orthocladius saxicola</i> Kiff*	—	—	—	—	116	—	—	—
<i>Orthocladius olivaceus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
Pott.*	—	—	125	—	35	—	—	—
<i>Diplocladius cultiger</i> Kiff*	—	—	25	28	14	—	—	—
<i>Lauterbornia</i> sp. Kiff*	—	—	50	—	—	—	—	—
<i>Procladius olivaceus</i> Mg.	b	—	—	—	—	78	64	130
<i>Cryptochironomus anomalus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
Kiff	b	—	1300	100	—	—	—	—
<i>Trichotanytus postic</i> Zett.*	—	34	—	—	—	48	25	—
<i>Tanytarsus exiguus</i> Zett. *	—	12	—	—	—	—	—	—
<i>Culicoides</i> sp. *	—	—	—	—	80	—	—	—

* Сапробность не установлена.

стые створы верховьев рек Соры и Бюри могут быть отнесены к олигосапробной зоне (створы № 1, 6, $S_6=0,7-1,0$), среднее течение и устье Бюри — к β -мезосапробной зоне (створы № 7, 11, $S_6=1,8$), канал сброса сточных вод и устье Соры — к α -мезосапробной зоне (створы № 2, 5, $S_6=2,7$), среднее течение Соры — к полисапробной зоне (створ № 4, $S_6=3,4$).

Таблица 3

Динамика показателя сапробности по биоценозам рек Соры и Бюри

№ створа	Показатель сапробности по организмам				σ	Доверительный интервал S_m при $t=0,05$
	фито- планкто- на (S_f)	зоопланк- тона (S_z)	бентоса (S_b)	общий (S_m)		
1	1,2	2,0	0,7	1,4	0,3	2,1 < 1,4 < 0,7
2	2,4	3,5	2,8	3,1	0,6	4,5 < 3,1 < 1,7
4	—	3,1	3,4	3,2	0,9	5,4 < 3,2 < 0,9
5	2,4	2,8	3,1	2,8	0,5	3,9 < 2,8 < 1,8
6	1,5	2,0	1,0	1,5	0,9	3,4 < 1,5 < 0,4
7	1,7	2,7	2,1	2,1	0,4	2,9 < 2,1 < 1,3
11	1,5	2,6	1,5	1,9	0,4	2,7 < 1,9 < 1,1

Анализ распределения всех рассмотренных биоценозов по обследованным участкам рек Соры и Бюри позволяет заключить, что по мере удаления от зоны поступления сточных вод в реку видовое разнообразие водных организмов увеличивается, но массовое развитие некоторых видов происходит именно на загрязненных участках (рис. 2, Б). По комплексу доминирующих индикаторных организмов верховья Соры и Бюри можно отнести к олигосапробной зоне ($S_m=1,5$), канал сброса сточных вод и среднее течение реки Соры — к α -мезосапробной зоне ($S_m=3,2$), устье Соры — к α - β -мезосапробной зоне ($S_m=2,5$), среднее течение и устье реки Бюри — к β -мезосапробной зоне ($S_m=1,9$) (рис. 2, А). Иначе говоря, процессы самоочищения на реке Бюре заканчиваются β -мезосапробной зоной и к первоначальному олигосапробно-

му состоянию водоем не возвращается. Более объективным показателем изменения качества воды и степени загрязнения в текущих водоемах является макрозообентос.

Литература

1. Жадин В. И. Методы гидробиологического исследования. М., «Высшая школа», 1960.
2. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1, М., «Наука», 1968.
3. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. 4, раздел 2, ч. 6, раздел 3. М., СЭВ, 1966.
4. Sladecar V. System of water quality from biological point of view. Ergebnisse der Limnologie, 1973, H. 7. Archiv für Hydrobiologie, Beih.7.

Рекомендована кафедрой гидробиологии
Московского государственного
университета
им. М. В. Ломоносова

Поступила
26 марта 1975 г.

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

НАУЧНЫЕ
ДОКЛАДЫ
ВЫСШЕЙ
ШКОЛЫ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 3 (147)

ГОД
ИЗДАНИЯ
ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ
1976



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА» ● МОСКВА