

**ГИДРО-
БИОЛОГИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА
ВОДОЕМОВ
УРАЛА**

**ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА
ВОДОЕМОВ УРАЛА**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

УДК 577.472:597.0/5

Гидробиологическая характеристика водоемов Урала: Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Рассмотрены видовой состав, динамика численности и биомассы, продукционные показатели фито-, зоопланктона и зообентоса в водоемах разного типа Уральского региона. Освещены вопросы изменения структуры популяций, фито- и зооценозов под влиянием антропогенных факторов, а также формирования качества вод в интенсивно эксплуатируемых водоемах Урала.

Сборник представляет интерес для гидробиологов, экологов, специалистов рыбного и водного хозяйства.

Ответственный редактор

кандидат биологических наук М. И. Ярушина

Рецензент кандидат биологических наук В. Н. Скворцов

В. А. АЛЕКСЮК, Л. А. СЕМЕНОВА, С. В. СКРИПКИНА

**АЛЬГОФЛОРА СОРОВОЙ СИСТЕМЫ
ОБЬ-ИРТЫШСКОГО БАСЕЙНА**

В низовьях Оби и Иртыша хорошо развита соровая система. Соры¹ имеют важное рыбохозяйственное значение, так как в них в летний период происходит нагул промысловых рыб. Начальное звено пищевой цепи в водоеме — водоросли. Сведения по растительному населению соров отрывочны и неполны [1, 3, 5, 6].

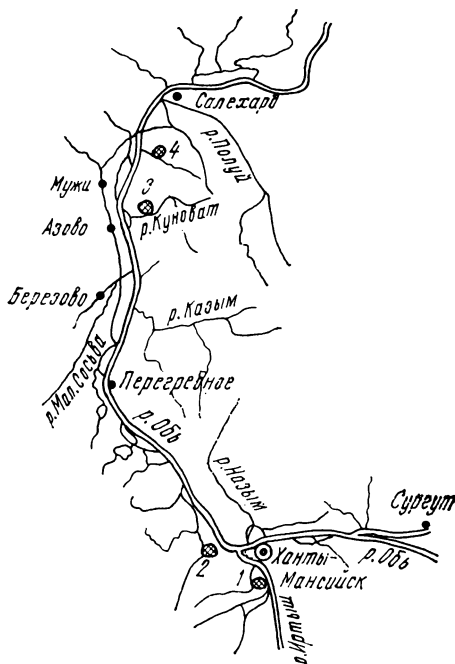
Цель данной работы — изучение видового состава, структуры и продуктивности альгофлоры соров, различающихся по географическому положению и гидрологическому режиму.

В 1978 г. наблюдения проводили в одном из северных материковых соров в пойме Нижней Оби — Куноватском и в двух материковых сорах южной зоны в пойме Нижнего Иртыша — Чагинском и Маткинском (см. рисунок). В 1981—1983 гг. исследования были продолжены в Ханты-Питлярском соре, который расположен севернее Куноватского. Материал собирали в поверхностном слое воды два-три раза в месяц. В 1982 г. в Ханты-Питлярском соре отбирали интегрированные пробы. В 1983 г. количественное развитие водорослей изучали на одной станции II, на остальных определяли концентрацию хлорофилла по горизонтам. Соры — временные водоемы, сроки их залития зависят от гидрологических условий, поэтому наибольшее количество станций, выбранных для отбора проб, приходится на весенний период, наименьшее — на период спада воды. За время исследований обработано 104 пробы фитопланктона.

Количественные пробы отбирали бутылочным батометром, фиксировали 40 %-ным формалином или фиксатором Утермеля в модификации Г. В. Кузьмина [2]. Фитопланктон концентрировали фильтрованием через мембранные фильтры № 5 или мелкопористые лавсановые фильтры (1—2,5 мк) до 10 мл [8]. Учет водорослей проводили общепринятым счетно-объемным методом в камере Нажотта. Видовой состав диатомей изучали в посто-

¹ Сором называют понижение в рельефе, сообщающееся с рекой одним или несколькими руслами и заливаемое паводковыми водами.

Схема расположения соров.
1 — Чагинский, 2 — Маткинский, 3 —
Куноватский, 4 — Ханты-Питлярский.



янных препаратах, которые готовили путем сжигания протопласта кипячением в серной кислоте. Для синезеленых и зеленых использовали подкрашивание раствором Люголя.

Самый маленький из обследованных соров — Маткинский. Он вытянут с севера на юг, общая площадь 6 км², преобладающие глубины 1,5—2 м. Три других сора относятся к гигантским, в период максимального заливания их площадь может превышать 100 км², преобладают глубины 1,5—3 м, по руслу рек до 7,5 м.

Чагинский и Ханты-Питлярский более вытянуты в отличие от Куноватского и состоят из нескольких чаш. Заливание южных соров (Чагинского и Маткинского) речной водой происходит в начале мая, северных (Куноватского и Ханты-Питлярского) —

Таблица 1
Структура фитопланктонного сообщества соровой системы
Обь-Иртышского бассейна

Группа водорослей	Соры		Всего видов	Общие виды	S*
	южные	северные			
Синезеленые	34	20	37	17	0,63
Пирофитовые	1	7	7	1	0,25
Золотистые	5	4	6	3	0,67
Диатомовые	44	45	58	27	0,61
Желтозеленые	—	2	2	—	—
Эвгленовые	7	6	9	4	0,62
Зеленые	74	85	119	40	0,50
Итого	165	169	238	92	0,55

* Коэффициент видового сходства, по Серенсону [7].

Видовой состав фитопланктона соров Обь-Иртышского бассейна

Вид	Зона	
	южная	северная
CYANOPHYTA		
<i>Synechocystis</i> Näg. sp.	+	+
<i>S. aquatilis</i> Sauv.	+	—
<i>Synechococcus</i> Näg. sp.	+	+
<i>Holopedia</i> Lagerh. sp.	—	+
<i>Merismopedia</i> (Meyen) Elenk. sp.	+	+
<i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg.	—	+
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend. Elenk.	+	+
<i>M. aeruginosa</i> f. <i>viridis</i> (A. Br.) Elenk.	+	—
<i>M. pulverea</i> (Wood) Forti emend. Elenk.	+	+
<i>M. grevillei</i> (Hass.) Elenk.	+	—
<i>Gloeocapsa</i> (Kütz.) Hollerb. sp.	+	+
<i>G. turgida</i> (Kütz.) Hollerb.	+	—
<i>G. montana</i> Kütz. ampl. Hollerb.	+	—
<i>G. limnetica</i> (Lemm.) Hollerb.	+	—
<i>G. minima</i> (Keissl.) Hollerb.	+	—
<i>Gloeotheca</i> Näg. sp.	+	+
<i>Coelosphaerium</i> Näg. sp.	+	—
<i>Gomphosphaeria</i> Kütz. sp.	—	+
<i>Woronichinia naegelianiana</i> (Ung.) Elenk.	+	—
<i>Stigonema</i> Ag. sp.	+	+
<i>Anabaena constricta</i> (Szaf.) Geitl.	+	—
<i>A. contorta</i> Bachm	+	—
<i>A. macrospora</i> Kleb.	+	—
<i>A. spiroides</i> Kleb.	+	+
<i>A. spiroides</i> f. <i>woronichiniana</i> Elenk.	+	—
<i>A. scheremetievi</i> Elenk.	+	+
<i>A. hassalli</i> (Kütz) Wittr.	+	—
<i>A. lemmermanii</i> P. Richt.	+	+
<i>Aphanizomenon flos — aquae</i> (L.) Ralfs	+	+
<i>A. flos-aquae</i> f. <i>Klebanii</i> Elenk.	+	+
<i>A. flos-aquae</i> f. <i>gracile</i> (Lemm.) Elenk.	+	—
<i>A. elenkinii</i> Kissel.	+	—
<i>Gloeotrichia</i> J. Agardh sp.	+	+
<i>Spirulina</i> Turp. sp.	+	—
<i>Phormidium</i> Kütz. sp.	+	+
<i>Lyngbya</i> Ag. sp.	+	+
PYRROPHYTA		
<i>Chroomonas breviciliata</i> Nyg.	—	+
<i>Cryptomonas</i> Ehr. sp.	—	+
<i>Cr. marssonii</i> Skuja	—	+
<i>Cr. reflexa</i> (Marsson) Skuja	—	+
<i>Cr. ovata</i> Ehr.	—	+
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.	+	+
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh.	—	+
CHRY SOPHYTA		
<i>Mallomonas</i> Perty sp.	+	+
<i>Dinobryon suecicum</i> Lemm.	—	+

Вид	Зона	
	южная	северная
<i>D. sertularia</i> Erh.	+	—
<i>D. bavaricum</i> Jmh.	+	—
<i>D. cylindricum</i> Jmh.	+	+
<i>D. divergens</i> Jmh.	+	+
BACYLLARIOPHYTA		
<i>Melosira varians</i> Ag.	+	—
<i>M. distans</i> (Ehr.) Kütz.	+	+
<i>Melosira distans</i> var. <i>alpigena</i> Grun.		+
<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs	+	+
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O. Müll.) Hust.	+	+
<i>M. italica</i> (Ehr.) Kütz.	+	+
<i>M. italica</i> var. <i>tenuissima</i> (Grun.) O. Müll.	+	+
<i>M. ambigua</i> (Grun.) O. Müll.	+	+
<i>Cyclotella</i> Kütz. sp.	+	+
<i>C. kuetzingiana</i> Thw.	+	—
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	+	—
<i>C. stelligera</i> Cl. et Grun.	+	—
<i>C. comta</i> (Ehr.) Kütz.	+	—
<i>Stephanodiscus</i> Ehr. sp.	+	+
<i>S. dubius</i> (Fricke) Hust.	+	—
<i>S. astraea</i> (Ehr.) Grun.	+	+
<i>S. astraea</i> var. <i>minutulus</i> (Kütz.) Grun.	+	—
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	+	+
<i>T. fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	+	+
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	—	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	+	+
<i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	+	+
<i>D. elongatum</i> var. <i>pachycephalum</i> Grun.	+	—
<i>Fragilaria</i> Lyngb. sp.	+	—
<i>F. crotonensis</i> Kitt.	+	+
<i>F. capucina</i> Desm.	+	—
<i>F. inflata</i> (Heid.) Hust.	+	—
<i>F. brevistriata</i> Grun.	—	+
<i>Synedra</i> Ehr. sp.	+	+
<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	+	+
<i>S. ulna</i> var. <i>danica</i> Kütz.	+	—
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+	+
<i>A. gracillima</i> (Hantzsch) Heib.	+	+
<i>Eunotia</i> Ehr. sp.	—	+
<i>E. sibirica</i> Cl.	—	+
<i>Achnanthes</i> Bory sp.	+	—
<i>Navicula</i> Bory sp.	+	+
<i>N. contenta</i> Grun.	+	—
<i>N. placentula</i> (Ehr.) Grun.	+	—
<i>N. menisculus</i> Schum.	+	+
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	+	+
<i>N. pusilla</i> var. <i>jacutica</i> J. Kiss.	—	+
<i>Pinnularia</i> Ehr. sp.	+	+
<i>Gyrosigma</i> Hass. sp.	—	+
<i>Amphora</i> Ehr. sp.	+	+
<i>Cymbella</i> Ag. sp.	—	+

Вид	Зона	
	южная	северная
<i>C. turgida</i> (Greg.) Cl.	—	+
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	+	—
<i>Nitzschia</i> Hantzsch sp.	+	+
<i>N. holsatica</i> Hust.	—	+
<i>N. gracilis</i> Hantzsch	—	+
<i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.	—	+
<i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Grun.	—	+
<i>N. acicularis</i> W. Sm.	+	+
<i>Surirella</i> Turp. sp.	+	+
<i>S. linearis</i> W. Sm.	—	+
<i>Compilodiscus</i> Ehr. sp.	+	—
XANTHOPHYTA		
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	—	+
<i>Tribonema vulgare</i> Pasch.	—	+
EUGLENOPHYTA		
<i>Trachelomonas</i> Ehr. sp.	+	+
<i>T. volvocina</i> Ehr.	+	+
<i>T. komarovii</i> Skv.	+	—
<i>T. volvocinopsis</i> Swir.	—	+
<i>T. planctonica</i> Swir.	+	+
<i>Strombomonas acus</i> Ehr.	+	—
<i>Euglena</i> Ehr. sp.	+	+
<i>E. oxyuris</i> Schmarda	+	—
<i>Phacus</i> Duj. sp.	—	+
CHLOROPHYTA		
<i>Chlamidomonas</i> Ehr. sp.	+	+
<i>Ch. reinhardii</i> Dang	—	+
<i>Ch. atactogama</i> Kosch.	—	+
<i>Ch. oblonga</i> Anach.	—	+
<i>Ch. conferta</i> Korsch.	—	+
<i>Ch. multitaeniata</i> Korsch.	—	+
<i>Ch. incerta</i> Pasch.	—	+
<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müll.) Bory	+	+
<i>P. charkoviensis</i> Korsch.	+	+
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	+	+
<i>Volvox</i> (L.) Ehr. sp.	+	+
<i>Tetraëdron</i> Kotz. sp.	+	—
<i>T. incus</i> (Teil.) G. M. Smith	+	+
<i>T. triangulare</i> Korsch.	+	—
<i>Schroederia setigera</i> (Schroed.) Lemm.	+	+
<i>S. robusta</i> Korsch.	+	—
<i>Korschikoviella</i> Silva sp.	—	+
<i>K. gracilipes</i> (Lambert.) Silva	—	+
<i>K. setosa</i> (Tilarszhy) Korsch.	—	+
<i>K. limnetica</i> (Lemm.) Silva	+	—
<i>Dictyochloris reniformis</i> Korsch.	+	—
<i>Sphaeroecystis schroeteri</i> Chod.	—	+

Вид	Зона	
	южная	северная
<i>Chlorella</i> Beijer. sp.	+	+
<i>Oocystis</i> Näg. sp.	+	+
<i>O. elliptica</i> W. West	+	—
<i>O. lacustris</i> Chod.	+	—
<i>O. borgei</i> Snow	—	+
<i>O. submarina</i> Lagerh.	+	+
<i>Lagerheimia</i> Chod. sp.	+	+
<i>L. quadriseta</i> (Lemm.) G. M. Smith	—	+
<i>L. citriformis</i> (Snow) G. M. Smith	—	+
<i>L. chodatii</i> Bern.	—	+
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle	+	—
<i>K. intermedia</i> Korsch.	+	+
<i>K. intermedia</i> var. <i>major</i> Korsch.	—	+
<i>Ankistrodesmus longissimus</i> (Lemm.) Willo var. <i>longissimus</i>	+	+
<i>A. longissimus</i> var. <i>acicularis</i> (Chod.) Brunnth.	+	+
<i>A. acicularis</i> (A. Br.) Korsch.	+	+
<i>A. arcuatus</i> Korsch.	+	+
<i>A. pseudomirabilis</i> Korsch.	+	+
<i>A. pseudomirabilis</i> var. <i>spiralis</i> Korsch.	+	+
<i>A. densus</i> Korsch.	+	+
<i>A. fusiformis</i> Corda	—	+
<i>Ankistrodesmus bibraianus</i> (Reinsch.) Korsch.	+	—
<i>A. falcatus</i> (Corda) Ralfs	+	—
<i>A. angustus</i> Bern.	+	+
<i>Golenkinia</i> Chod. sp.	—	+
<i>G. radiata</i> Chod.	—	+
<i>G. brevispina</i> Korsch.	—	+
<i>Golenkiniopsis longispina</i> Korsch.	—	+
<i>G. parvula</i> (Woronich.) Korsch.	—	+
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.	+	—
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H. Wood	+	+
<i>D. pulchellum</i> var. <i>ovatum</i> Korsch.	—	+
<i>D. ehrenbergianum</i> Näg.	+	—
<i>Didymocystis</i> Korsch. sp.	—	+
<i>Coelastrum sphaericum</i> Näg.	+	+
<i>C. reticulatum</i> (Dang.) Senn.	+	—
<i>C. microporum</i> Näg.	+	+
<i>C. pseudomicroporum</i> Korsch.	+	—
<i>Crucigenia apiculata</i> Schmidle	—	+
<i>C. fenestrata</i> Schmidle	—	+
<i>C. tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G. West	+	+
<i>C. quadrata</i> Morren	+	+
<i>C. rectangularis</i> (A. Br.) Gay	+	—
<i>C. irregularis</i> Welle	+	—
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schroed.) Lemm.	—	+
<i>T. elegans</i> Playf.	—	+
<i>T. glabrum</i> (Roll) Ahlstr. et Tiff.	+	+
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz.	+	—
<i>S. obliquus</i> var. <i>alternans</i> Christ.	+	—
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	+	+
<i>S. acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinh.	—	+
<i>S. acuminatus</i> var. <i>bernardii</i> (Smith) Deduss.	—	+

Вид	Зона	
	южная	северная
<i>S. acuminatus</i> var. <i>elongatus</i> Smith	+	+
<i>S. bijugatus</i> (Turp.) Kütz.	+	+
<i>S. apiculatus</i> (W. et W.) Chod.	+	—
<i>S. arcuatus</i> Lemm.	+	+
<i>S. denticulatus</i> Lagerh.	—	+
<i>S. acutiformis</i> Schroed.	+	—
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Breb.	+	+
<i>S. quadricauda</i> var. <i>armatus</i> (Chod.) Deduss.	—	+
<i>S. protuberans</i> Fritsch.	+	—
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	+	+
<i>A. hantzschii</i> var. <i>gracile</i> Roll	+	—
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	+	—
<i>P. kawraiskyi</i> Schmidle	+	—
<i>P. tetras</i> var. <i>tetras</i> (Ehr.) Ralfs	+	+
<i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh.	+	+
<i>P. duplex</i> Meyen	+	+
<i>P. duplex</i> var. <i>clathratum</i> (A. Br.) Lagerh.	+	—
<i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i> Lagerh.	+	—
<i>P. duplex</i> var. <i>inflista</i> Wolosz.	+	—
<i>P. biradiatum</i> Meyen	+	—
<i>Sorastrum</i> Kütz. sp.	+	+
<i>Elakatotrix genevensis</i> (Reverd.) Hild.	—	+
<i>Ulothrix</i> Kütz. sp.	+	+
<i>Binuclearia lauterbornii</i> (Schmidle) Pr.—Lavr.	—	+
<i>Spirogira</i> Link. sp.	—	+
<i>Closterium</i> Nitzsch. sp.	+	+
<i>C. gracile</i> Breb.	—	+
<i>C. moniliferum</i> (Bory) Ehr.	+	+
<i>C. moniliferum</i> var. <i>cancavum</i> Klebs	—	+
<i>C. ehrenbergii</i> Menegh.	—	+
<i>Penium</i> Breb. sp.	+	—
<i>Pleurotenium</i> Näg. sp.	+	—
<i>Euastrum verrucosum</i> Ehr.	—	+
<i>E. lapponicum</i> Schm.	—	+
<i>E. bidentatum</i> Näg.	—	+
<i>E. bidentatum</i> var. <i>planum</i> Turn.	—	+
<i>Cosmarium</i> Corda sp.	+	+
<i>C. botrytis</i> Menegh.	—	+
<i>C. didymoprotupsum</i> W. et G. S. West	+	—
<i>C. boesckii</i> Wille	+	—
<i>Stauroastrum</i> Meyen sp.	+	—
<i>S. cingulum</i> (W. et G. S. West) G. M. Smith	+	—
<i>S. saltator</i> Grönb.	—	+
<i>Xanthidium</i> Ehr. sp.	—	+
<i>Desmidium</i> Ag. sp.	—	+

Таблица 3

Среднемесячная численность (N, млн кл/л) и биомасса (B, мг/л)
фитопланктона соров Обь-Иртышского бассейна

Сор	Время	N	% от N				B	% от B			
			С	Д	З	Пр		С	Д	З	Пр
1978 г.											
Чагинский	Май	3,94	48,9	41,2	5,8	4,1	5,10	10,0	87,6	1,9	0,5
	Июнь	75,26	96,6	1,8	1,0	0,6	25,69	81,1	17,3	0,8	0,8
	Июль	11,03	74,1	14,3	10,4	1,2	3,83	49,2	42,0	8,6	0,2
	Август	42,77	91,3	3,0	5,5	0,2	13,34	74,1	15,2	10,6	0,0
Маткинский	Июнь	3,92	60,5	33,2	3,0	3,3	6,12	11,1	85,0	2,3	1,6
	Июль	16,34	97,3	1,0	1,0	0,7	4,58	88,9	5,6	2,8	2,6
	Август	0,66	90,9	4,5	4,6	—	0,39	75,0	22,5	2,5	—
Куноватский	Июнь	6,78	84,8	12,6	1,9	0,7	4,28	26,6	71,9	0,7	0,7
	Июль	2,36	57,2	29,7	5,1	8,0	1,57	35,7	49,7	1,9	12,7
	Август	9,05	63,5	28,2	4,8	3,5	4,80	35,0	50,6	1,9	12,5
	Сентябрь	1,73	17,3	52,1	27,2	3,4	1,36	4,4	82,4	2,9	10,3
1981 г.											
Ханты-Питлярский	Июнь	4,31	1,9	92,8	4,9	0,4	2,81	0,1	95,3	1,8	2,8
	Июль	3,58	71,4	8,7	6,4	13,5	1,08	15,7	41,7	4,6	38,0
	Август	43,40	94,6	2,3	2,6	0,5	19,37	96,0	2,7	0,8	0,5
1982 г.											
	Июнь	2,64	1,9	92,4	2,3	3,4	1,49	0,7	83,2	9,4	6,7
	Июль	2,76	7,6	69,5	22,1	0,8	1,17	5,1	79,5	6,0	9,4
	Август	0,52	21,0	34,4	44,0	0,6	0,37	2,7	81,1	13,5	2,7
	Сентябрь	1,50	19,3	67,3	12,7	0,7	0,98	1,0	93,9	4,1	1,0
1983 г.											
	Июнь	1,72	—	99,4	0,6	—	0,36	—	99,2	0,8	—
	Июль	1,66	19,8	77,7	2,4	0,1	0,64	6,2	91,6	1,6	0,6
	Август	6,09	12,3	67,3	18,1	2,3	3,08	10,4	69,8	4,9	14,9

Примечание. Водоросли: С — синезеленые, Д — диатомовые, З — зеленые, Пр — прочие.

в конце мая — июне. В июле приток речной воды в сора прекращается. В многоводный 1978 г. вода в южных сора стояла до августа, а в северных — до сентября. В маловодные годы южные сора обсыхают в июле, северные — в августе. Например, в 1982 г. ложе самого северного сора обсохло уже к середине июля.

В планктоне названных соров обнаружено 238 видов, разновидностей и форм водорослей, относящихся к семи отделам, из них 122 таксона отмечены впервые (табл. 1). Приводимый таксономический состав не исчерпывает всего богатства альгофлоры соровой системы, так как определение диатомей выполнено еще

не полностью, а некоторые синезеленые водоросли не определены до вида. Большинство водорослей — широко распространенные озерные виды. Обнаружены также речные виды (*Fragilaria crotonensis*, *Nitzschia holsatica* и др.), водоросли северных водоемов (*Melosira distans* var. *alpigena*, *Tabellaria flocculosa*), встречались и представители болотной флоры (табл. 2). Кроме типичных планктонных форм встречаются бентосные и факультативно-планктонные виды. Ведущий комплекс фитопланктона в изученных сорах довольно сходен. Почти везде доминировали из синезеленых *Anabaena*, *Aphanizomenon*, из диатомовых *Asterionella* (в начале вегетации), *Melosira*, из зеленых численное преимущество имели мелкие формы (*Scenedesmus*, *Coelastrum*, *Ankistrodesmus* и др.), в биомассе — крупные (*Pediastrum* и др.). Наибольшее видовое разнообразие отмечено для зеленых водорослей, но в количественном отношении преобладали синезеленые и диатомовые. Коэффициент видового сходства фитопланктонного сообщества южных и северных соров, рассчитанный по Серенсону [7], оказался выше среднего (0,55). Наименьшее сходство видов отмечено среди пиропитовых и зеленых водорослей (см. табл. 1).

Весной (конец мая — первая половина июня) сразу после залития речной водой развитие фитопланктона в Чагинском и Куноватском (южных) сорах началось с численного преобладания синезеленых водорослей при доминировании по биомассе диатомей, в Маткинском и Ханты-Питлярском (северных) — с диатомового комплекса. Летом в южных сорах при температуре воды выше 18°C отмечено полное преобладание в планктоне синезеленых водорослей (табл. 3). Интенсивное развитие фитопланктона наблюдалось в конце июня — начале июля. В Куноватском соре, который расположен севернее, в летнем планктоне вегетировали синезеленые и диатомовые водоросли, с максимумом в начале августа. В самом северном (Ханты-Питлярском) соре в 1981 г. в летнем фитопланктоне развивались синезеленые и диатомовые; в 1982—1983 гг. — диатомей, в августе 1982 г. к ним присоединились зеленые. В годы длительного стояния воды на пойме (1981, 1983) пик в развитии фитопланктона отмечен в августе, в маловодном 1982 г. — в конце июня — начале июля. Осенью (сентябрь) от южных соров остаются лишь русловые речки. В северных сорах в результате понижения температуры воды и уменьшения суммарной солнечной радиации происходит снижение вегетации водорослей, особенно синезеленых и зеленых как более теплолюбивых. Летний комплекс диатомей сменяется осенним, более холодолюбивым. В Ханты-Питлярском соре в сентябре 1982 г. отмечено повышение общей численности до 1,5 млн кл/л и биомассы до 1,0 мг/л за счет диатомовых водорослей.

Среднемесячные показатели фитопланктона в южных сорах колебались от 0,7 до 75,3 млн кл/л и от 0,4 до 25,7 мг/л; в север-

ных — от 0,5 до 43,4 млн кл/л и от 0,4 до 19,4 мг/л (см. табл. 3).

Таким образом, за период наблюдений в обследованных сорах низовий Иртыша и Оби установлено 238 видов и вариаций водорослей. Около 122 таксонов указывается впервые. Большинство водорослей относится к широко распространенным озерным видам, единично встречены холодноводные и болотные виды. Видовое сходство фитопланктона соров южной и северной зон выше среднего (0,55). В планктоне южных соров наиболее важные в количественном отношении синезеленые и диатомовые, в северных отмечалось повышение роли диатомей и смещение на более поздний срок максимума в развитии альгофлоры [3]. Наибольшая биологическая продуктивность фитопланктона наблюдалась в самом южном соре (Чагинском).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексюк В. А., Крохалевская Н. Г., Семенова Л. А. Экологическая характеристика зоопланктона в сорах Нижней Оби // Результаты рыбохозяйственных исследований на водоемах Западной Сибири: Тр. ГосНИОРХ НПО «Промрыбвод». 1984. Вып. 214. С. 63—76.
2. Кузьмин Г. В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. С. 73—87.
3. Куксен М. С. Фитопланктон соровой системы Оби и низовий Иртыша // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1970. Ч. 1 (3). С. 3—20.
4. Москаленко Б. К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд-ния ВНИОРХ. 1958. Нов. серия. Т. 1. С. 19.
5. Скрыпкина С. В. Первичная продукция фитопланктона в Ханты-Питлярском соре (Нижняя Обь) // Проблемы внутренних водоемов Западной Сибири: Тез. докл. обл. конф. Тюмень, 1986. С. 68—70.
6. Слепокурова Н. А. Фитопланктон соровой системы Нижнего Иртыша и его продуктивность // Круговорот вещества и энергии в водоемах: Материалы к VI Всесоюз. лимнол. совещ. Иркутск, 1985. Вып. II. С. 81—82.
7. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975.
8. Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979.

А. П. ВАСИЛЬЧИКОВА, А. Н. ПОПОВ, Г. В. БЕРДЫШЕВА

**ФИТОПЛАНКТОН КАК ПОКАЗАТЕЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ
ВОДОХРАНИЛИЩ-ОХЛАДИТЕЛЕЙ НА УРАЛЕ**

В 1984—1986 гг. проведены исследования гидрохимического и гидробиологического состояния Верхне-Тагильского, Вогульского, Рефтинского и Исетского водохранилищ-охладителей. Водохранилища-охладители системы Свердловэнерго — это в основном сформировавшиеся водоемы (за исключением Рефтинского, процесс стабилизации которого в настоящее время заканчивается), расположенные в восточной части Среднего Урала.

Залесенность до створа Верхне-Тагильского водохранилища составляет 66 %, заболоченность 8 %, озер на водосборе нет. Питание р. Тагил в основном снеговое (60—70 % от годового). С западной стороны к Верхне-Тагильскому водохранилищу примыкает Вогульское, сооруженное на р. Вогулке (рис. 1). С марта по ноябрь этот водоем является дополнительным водохранилищем-охладителем подогретых вод ГРЭС. За счет сработки он пополняет Верхне-Тагильское водохранилище. По характеру теплового баланса водохранилища-охладители Верхне-Тагильской ГРЭС следует отнести к категории водоемов с сильным перегревом, так как температура воды постоянно превышает температуру воды естественных водоемов более чем на 6 °С. Разница температур воды на входе ГРЭС и на выходе чаще составляет 9 °С, но бывает в пределах от 6 до 12 °С. Зимой температура сбрасываемой воды превышает 18 °С, а летом часто бывает выше 30 °С, в то время как в естественных водоемах в этот период она на 10—12 °С ниже. Верхне-Тагильское водохранилище зимой не замерзает, его поверхность покрывает густой пар.

Исетское водохранилище представляет собой большой регулируемый еще в прошлом веке водоем (табл. 1). В него впадает семь рек и ручьев, из которых наиболее крупные р. Черная и р. Шитовской Исток (рис. 2). Из водохранилища берет начало р. Исеть. Заболоченность водосборной площади 32 %. Среднегодовая температура воды в сбросном канале СУГРЭС обычно выше на 7—8 °С, чем на водозаборе, и на 5,5—10,5 °С,

Таблица 1

Основные гидрологические характеристики водохранилищ-охладителей

Показатель	Верхне- Тагильское	Вогульское	Исетское	Рефтинское
	1958 *	1962	1936	1969
Площадь зеркала, км ²	3,0	4,1	24,0	25,3
Объем воды при НПУ, млн м ³	11,4	26,2	67,0	142
Глубина средняя, м	3,8	6,3	2,5	5,6
Глубина максимальная при НПУ, м	10,0	16,0	3,5	20,0
Длина средняя, км	4,0	2,5	8,5	—
Ширина средняя, км	0,8	1,4	2,8	—

* Год создания водохранилища.

Таблица 2

Таксономический состав фитопланктона водохранилищ-охладителей

Группа водорослей	Верхне- Тагильское		Вогульское		Исетское		Рефтинское
	1967 г.	1985 г.	1967 г.	1985 г.	1966 г.	1985 г.	1985 г.
Синезеленые	$\frac{11}{10,0}$	$\frac{12}{15,8}$	$\frac{8}{84,0}$	$\frac{18}{21,7}$	$\frac{13}{17,8}$	$\frac{15}{17,8}$	$\frac{7}{7,3}$
Золотистые	$\frac{1}{0,9}$	—	$\frac{1}{1,1}$	—	$\frac{1}{1,4}$	—	—
Диатомовые	$\frac{11}{10,0}$	$\frac{9}{11,8}$	$\frac{11}{11,5}$	$\frac{11}{13,3}$	$\frac{15}{20,5}$	$\frac{11}{13,2}$	$\frac{27}{28,1}$
Желтозеленые	—	—	$\frac{1}{1,1}$	—	$\frac{2}{2,8}$	—	—
Пиррофитовые	$\frac{2}{1,8}$	—	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1}{1,2}$	—	—	$\frac{1}{1,0}$
Эвгленовые	$\frac{6}{5,4}$	—	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1}{1,2}$	$\frac{3}{4,1}$	—	$\frac{4}{4,2}$
Десмидиевые	$\frac{5}{4,5}$	$\frac{2}{2,6}$	$\frac{3}{3,1}$	$\frac{3}{3,6}$	$\frac{4}{5,5}$	$\frac{5}{6,0}$	$\frac{6}{6,3}$
Протококковые	$\frac{74}{67,4}$	$\frac{53}{69,8}$	$\frac{67}{70,5}$	$\frac{49}{59,0}$	$\frac{35}{47,9}$	$\frac{53}{63,0}$	$\frac{57}{53,1}$
Вольвоксовые	—	—	$\frac{1}{1,1}$	$\frac{1}{1,2}$	—	—	—
Всего	$\frac{110}{100}$	$\frac{76}{100}$	$\frac{95}{100}$	$\frac{83}{100}$	$\frac{73}{100}$	$\frac{84}{100}$	$\frac{96}{100}$

Примечание. В числителе — общее количество, в знаменателе — процентное содержание.

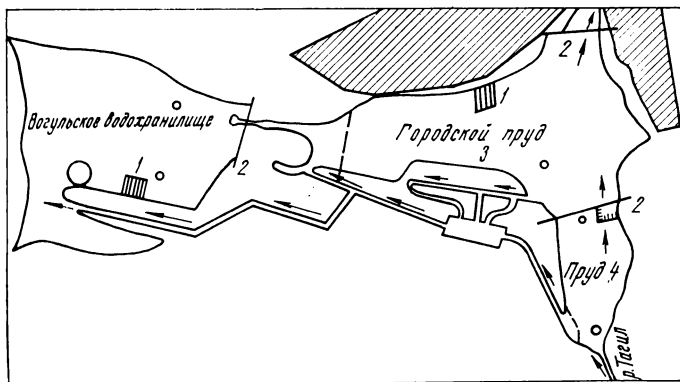


Рис. 1. Схема водохранилищ-охладителей Верхне-Тагильской ГРЭС. садковое хозяйство, 2 — плотина, 3 — водозабор. Кружками здесь и на рис. 2, 3 отмечены станции отбора проб фитопланктона.

чем в приплотинной зоне водоема. В зимний период сброс подогретых вод влияет на термический режим водохранилища лишь на ограниченном его участке (площадью примерно 1 км²). Летом подогрев распространяется на всю акваторию водоема.

Рефтинское водохранилище создано на р. Рефт, левобережном притоке р. Пышмы, образующемся от слияния двух притоков: Большого и Малого Рефтов (рис. 3). Температура воды Рефтинского водохранилища в период наибольшего прогрева превышает естественную в среднем на 4,3—4,8 °С. В зимний период почти 40 % акватории водоема не замерзает (активная зона), а его верхняя и малопроточные зоны возле берегов покрываются льдом.

В формировании гидрохимического режима водохранилищ-охладителей влияние антропогенных факторов с каждым годом приобретает все большее значение. Так, во второй половине семидесятих годов (1975—1978) в целях выполнения продовольственной программы на этих водохранилищах были созданы садковые

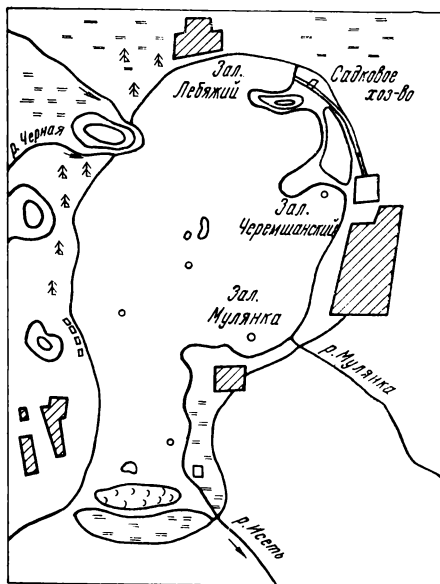


Рис. 2. Схема Исетского водохранилища.

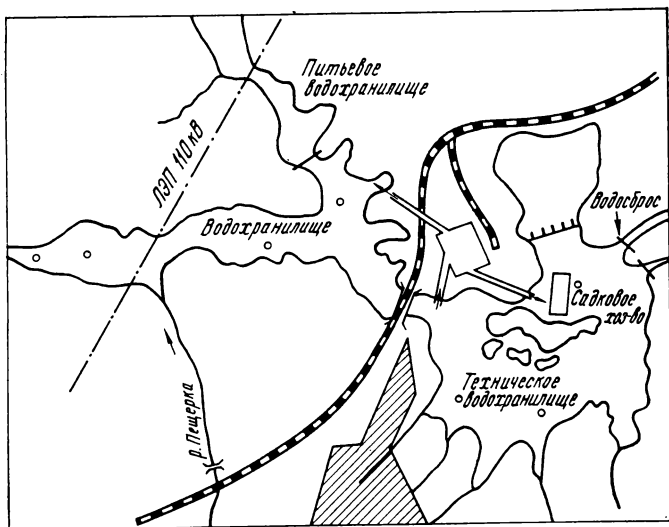


Рис. 3. Схема Рефтинского водохранилища.

рыбные хозяйства. Ввиду того, что фитопланктон — один из важнейших элементов водных экосистем, участвующих в формировании качества вод, нами было изучено его состояние до создания садковых рыбных хозяйств и после. На названных водохранилищах, кроме Рефтинского, установлено, что трофность и качество воды в водохранилищах-охладителях заметно меняются. Необходимо помнить, что индикаторные свойства фитопланктона определяются не только фактом наличия или отсутствия в водоеме определенных видов, но и степенью их количественного развития [1]. Поэтому учитывали не только видовой состав, но и численность, биомассу и распределение водорослей в водоеме.

Структура фитопланктонного сообщества является основным показателем состояния водной экосистемы: разнообразие видового состава и большая биомасса указывают на стабильность фитопланктонного сообщества при антропогенных нагрузках на водоем. Сужение же разнообразия до преобладания одной из групп, например, доминирование синезеленых водорослей, дает основание усматривать в этом влияние фактора загрязнения [3]. Исходя из этого можно утверждать, что в водохранилищах Верхне-Тагильском и Вогульском налицо фактор загрязнения, на что указывает снижение в них видового состава водорослей (табл. 2), в то время как в Исетском водохранилище наблюдается увеличение видового разнообразия водорослей, что говорит об отсутствии фактора загрязнения при антропогенной нагрузке на водоем.

Распределение численности (в числителе, млн кл./л) и биомассы
(в знаменателе, г/м³) фитопланктона в Вогульском водохранилище

Месяц	1967 г.			1985 г.		
	Район сброса теплой воды	Район холодной воды	Преобладающие виды водорослей	Район сброса теплой воды	Район холодной воды	Преобладающие виды водорослей
Март	—	—	—	—	$\frac{3,4}{0,96}$	<i>Chlorella vulgare</i>
Апрель	$\frac{1,15}{10,8}$	$\frac{0,44}{5,1}$	<i>Synedra ulna</i> var. <i>danica</i> , <i>S. quadricauda</i>	—	—	—
Май	$\frac{1,9}{2,6}$	$\frac{1,75}{1,8}$	<i>Asterionella formosa</i>	$\frac{5,02}{3,3}$	$\frac{6,5}{2,6}$	<i>Melosira granulata</i> <i>Scenedesmus quadricauda</i>
Июнь	$\frac{1,37}{2,6}$	$\frac{1,09}{2,9}$	<i>M. granulata</i> , <i>S. quadri-</i> <i>cauda</i>	—	—	—
Июль	$\frac{1,44}{3,7}$	$\frac{4,9}{9,7}$	<i>S. bigugatus</i> , <i>M. granulata</i>	$\frac{3,07}{1,64}$	$\frac{1,9}{1,05}$	<i>Oscillatoria agardhii</i> <i>Dictyosphaerium pulchellum</i>
Август	$\frac{2,7}{1,1}$	$\frac{3,1}{32,2}$	<i>Didymogenes palatina</i> , <i>S.</i> <i>quadricauda</i>	$\frac{11,43}{8,3}$	—	<i>O. agardhii</i> , <i>Ahabaena</i> <i>schereemetievi</i>
Сентябрь	$\frac{3,9}{14,3}$	$\frac{4,7}{9,9}$	<i>D. palatina</i> , <i>S. ulna</i> var. <i>danica</i>	—	—	—
Октябрь	$\frac{0,6}{5,5}$	—	<i>S. ulna</i> var. <i>danica</i>	$\frac{34,3}{1,07}$	—	<i>O. agardhii</i>
Среднее	$\frac{1,9}{5,8}$	$\frac{2,7}{10,3}$	—	$\frac{14,1}{2,0}$	$\frac{5,8}{3,2}$	—

Таблица 4

Распределение численности (в числителе, млн кл/л) и биомассы (в знаменателе, г/м³) фитопланктона в Верхне-Тагильском водохранилище

Месяц	1967 г.			1985 г.		
	Район сброса теплой воды	Район холод- ной воды	Преобладающие виды водорослей	Район сброса теплой воды	Район холод- ной воды	Преобладающие виды водорослей
Январь	—	—	—	$\frac{1,3}{1,8}$	$\frac{1,2}{1,2}$	<i>M. granulata</i>
Февраль	$\frac{11,15}{27,0}$	$\frac{6,3}{13,2}$	<i>A. formosa</i>	$\frac{3,0}{3,6}$	$\frac{0,9}{1,05}$	<i>M. granulata</i>
Март	$\frac{1,3}{14,8}$	$\frac{2,2}{25,8}$	<i>S. ulna</i> <i>var. danica</i>	$\frac{4,0}{4,0}$	$\frac{3,6}{3,9}$	<i>M. granulata</i>
Апрель	$\frac{1,7}{15,9}$	$\frac{1,4}{11,8}$	<i>S. ulna</i> <i>var. danica</i> , <i>S. quadricauda</i>	$\frac{8,1}{5,5}$	$\frac{2,4}{0,7}$	<i>M. granulata</i> , <i>S. quadricauda</i>
Май	$\frac{3,7}{6,8}$	$\frac{5,2}{10,1}$	<i>M. granulata</i> , <i>S. quadricauda</i>	—	—	—
Июнь	$\frac{4,3}{4,2}$	$\frac{3,2}{3,3}$	<i>M. granulata</i> , <i>S. quadricauda</i>	$\frac{6,0}{4,3}$	$\frac{3,8}{2,7}$	<i>M. granulata</i> , <i>S. ulna</i>
Июль	$\frac{6,1}{2,2}$	$\frac{7,5}{21,4}$	<i>Anabaena</i> <i>scheremetievi</i> , <i>O. agardhii</i>	$\frac{35,0}{10,4}$	$\frac{33,5}{10,3}$	<i>O. agardhii</i> , <i>Helechloris</i> <i>pallida</i>
Август	$\frac{4,9}{1,5}$	$\frac{4,8}{0,7}$	<i>Didymocystis</i> <i>planctonica</i> , <i>D. palatina</i>	$\frac{11,7}{1,1}$	$\frac{2,7}{0,8}$	<i>Synechococcus</i> <i>elongatus</i> , <i>O. agardhii</i>
Сентябрь	$\frac{14,1}{16,7}$	$\frac{1,4}{1,7}$	<i>D. palatina</i> , <i>S. ulna</i> <i>var. danica</i>	—	—	—
Октябрь	$\frac{1,3}{6,6}$	$\frac{0,9}{5,5}$	<i>S. ulna</i> <i>var. danica</i>	$\frac{78,9}{2,5}$	$\frac{45,2}{1,7}$	<i>O. agardhii</i>
Ноябрь	$\frac{1,6}{9,3}$	—	<i>S. ulna</i> <i>var. danica</i>	$\frac{1,3}{1,3}$	$\frac{1,8}{1,3}$	<i>M. granulata</i>
Декабрь	$\frac{0,9}{3,1}$	—	<i>S. ulna</i> <i>var. danica</i>	$\frac{0,6}{0,6}$	$\frac{0,9}{0,7}$	<i>M. granulata</i>
Среднее	$\frac{4,6}{9,83}$	$\frac{3,65}{10,4}$		$\frac{15,0}{0,6}$	$\frac{9,6}{2,4}$	

Биоценоз Вогульского водохранилища изменился за 18 лет в значительной степени. Если в 1967 г. преобладали протококковые и диатомовые, а синезеленые встречались единично, то в 1985 г. по количеству клеток они намного превосходят две первые группы, хотя по видовому составу и уступают протококковым. В 1967 г. синезеленые развивались лишь в разгар лета (в июле), там где не было течения, и в небольших количествах. В 1985 г. они распространились по всему водоему и доминировали на протяжении нескольких месяцев (табл. 3). Численность клеток в 1967 г. в среднем за вегетационный сезон по всему водоему составляла 2,3 млн/л, биомасса 2 г/м³, в 1985 г. соответственно 9,9 и 2,6. Количество клеток за эти годы увеличилось в четыре раза, а биомасса уменьшилась почти в таких же размерах. Это объясняется тем, что биомасса синезеленых значительно меньше, чем протококковых и диатомовых, хотя количество их клеток сильно возросло, что говорит о повышении трофности Вогульского водохранилища.

Таксономический состав фитопланктона Верхне-Тагильского водохранилища к 1985 г. резко изменился (см. табл. 2). Снизилось количество видов протококковых, диатомовых, десмидиевых, совсем исчезли эвгленовые, пиропитовые и т. д. В то же время появились такие виды, как *Coelosphaerium Kuetzingianum*, *Synechococcus elongatus* *Gloeocapsa turgida* из синезеленых, *Melosira granulata* var. *muzzapensis* из диатомовых, которые ранее отсутствовали.

В 1985 г. сезонная динамика развития фитопланктона в Верхне-Тагильском и Вогульском водохранилищах значительно отличалась от динамики 1967 г. Синезеленые в том и другом водохранилищах в 1967 г. встречались лишь в июне — июле и существенной роли не играли, в то время как в 1985 г. отмечалось их большое количественное развитие с мая по октябрь (табл. 3, 4); динамика протококковых при этом не наблюдалась. Видовой состав диатомовых также изменился: вместо *Synedra ulna* var. *danica* — олигосапроба, показателя чистой воды, стала развиваться *M. granulata* var. *granulata* — типичный β -мезосапроб. Со сменой видов численность клеток водорослей резко увеличилась, а биомасса при этом упала (см. табл. 3, 4).

Качество воды по фитопланктону определено с помощью системы Пантле и Букка [4]. Величина индекса сапробности в Верхне-Тагильском водохранилище колебалась от 1,9 до 2,5, а в Вогульском от 1,2 до 2,2, что указывает на принадлежность обоих водоемов к β -мезосапробному типу. Однако индекс сапробности Верхне-Тагильского водохранилища ближе к α -мезосапробному типу, т. е. с большим загрязнением, в то время как Вогульского — к олигосапробному.

В фитопланктоне Исетского водохранилища обнаружено 84 вида, разновидности и формы водорослей, которые в систематическом отношении распределились следующим образом:

синезеленые 15, диатомовые 11, протококковые 58 (см. табл. 2). По видовому разнообразию фитопланктоны 1985 г. значительно беднее, чем 1966 г. Совсем не встречены такие группы водорослей, как золотистые, желтозеленые, эвгленовые и пирифитовые (см. табл. 2). В то же время появился ряд типичных видов — мезосапробов (*Pediastrum duplex*, *Synedra ulna*) и даже α -мезосапробов (*Cyclotella meneghiniana*), свидетельствующих о загрязнении водоема. В 1985 г. в Исетском водохранилище наблюдалось повышение значения синезеленых, особенно в летний период, при сопровождающей роли диатомовых *Melosira granulata*, что при массовом развитии является показателем эвтрофных условий в водоеме. Рост численности популяций и, следовательно, возрастание их роли в общей биомассе фитопланктона таких крупных видов, как *M. granulata*, наряду с падением значения наннопланктонных форм — один из основных показателей изменения структуры сообщества, что отмечается и на ряде других водоемов в процессе их эвтрофирования [2, 5—7]. Количество клеток водорослей в Исетском водохранилище возросло в три раза в 1985 г. по сравнению с 1966 г.: 1,3 и 3,2 млн кл/л соответственно в среднем по всему водоему. Биомасса при изменении видового состава фитопланктона уменьшилась почти в два раза: в 1966 г. 4,8, а в 1985 г. 1,8 г/м³. Индекс сапробности изменялся от 1,8 до 2,0, что свидетельствует о средней загрязненности Исетского водохранилища и позволяет отнести его к β -мезосапробному типу.

За период исследования (апрель — сентябрь 1985 г.) в Рефтинском водохранилище выявлены видовой состав, динамика численности и биомассы фитопланктона. Всего обнаружено 96 таксонов водорослей из следующих систематических групп: синезеленых 7, эвгленовых 4, диатомовых 27, протококковых 51, пирифитовых 1, десмидиевых 6 (см. табл. 2).

Исследования проводили на семи станциях: 1 — у понтонов рыбного хозяйства, 2 — в месте слияния двух Рефтов, 3 — в заливе напротив дома отдыха «Чайка», 4 — в месте слияния четвертой и пятой речек, 5 — в заливе ниже ЛЭП, 6 — в сужении Бол. Рефта, 7 — напротив устья второй речки (см. рис. 3). Наиболее разнообразен видовой состав водорослей на станциях 3 и 6 (табл. 5). Наименьшее количество таксонов отмечено на станции 7. В количественном отношении больше всего водорослей зарегистрировано на станциях 5, 1 и 3, которые подвержены влиянию сброса тепловых вод с электростанций (табл. 6).

Наблюдения за развитием фитопланктона показывают, что начиная с марта происходит оживление в развитии водорослей, в апреле наблюдается «цветение» воды, которое вызывается диатомовыми (см. табл. 6). Однако «цветение» в Рефтинском водохранилище на разных станциях происходит в различное время. На станциях 1 и 2 оно зарегистрировано в начале апреля при массовом развитии β -мезосапроба *Melosira varians*.

Таблица 5

Таксономический состав водорослей Рефтинского водохранилища (1985 г.)

Группа водорослей	Станция							Всего видов
	1	2	3	4	5	6	7	
Синезеленые . . .	3	1	3	2	2	4	—	7 (7,3) *
Золотистые . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Желтозеленые . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
Эвгленовые . . .	1	2	3	2	2	3	—	4 (4,2)
Диатомовые . . .	13	12	18	9	11	19	2	27 (28,1)
Пиррофитовые . . .	—	—	1	—	—	—	—	1 (1,0)
Протококковые . . .	22	21	24	20	24	26	9	51 (53,1)
Десмидиевые . . .	2	3	2	3	3	3	1	6 (6,3)
Итого	41	39	51	36	42	55	12	96 (100)

* В скобках — процентное содержание.

Таблица 6

Фитопланктон Рефтинского водохранилища в 1985 г.
(в числителе — численность, млн кл/л, в знаменателе — биомасса, мг/л)

Месяц	Станция							Преобладающие виды
	1	2	3	4	5	6	7	
Апрель	8,43	7,1	3,1	—	—	—	—	<i>Melosira varians</i>
	7,2	4,5	2,5	—	—	—	—	
Май	6,6	5,6	15,0	4,5	11,5	5,12	—	<i>Ankistrodesmus angustus</i> , <i>C. meneghiniana</i>
	4,8	4,2	13,6	3,3	12,5	6,5	—	
Июнь	0,4	0,8	2,9	1,1	1,3	5,0	—	<i>Coscinodiscus lacustris</i> , <i>Pediastrum simplex</i>
	0,3	1,6	2,7	2,1	1,1	9,4	—	
Июль	1,2	3,2	3,3	4,4	3,0	1,3	1,5	<i>P. simplex</i>
	0,5	1,3	1,3	1,4	1,5	1,0	0,6	
Август	12,8	3,1	4,5	2,4	10,6	2,2	6,6	<i>O. agardhii</i> , <i>P. simplex</i>
	3,6	1,1	0,8	0,8	3,0	0,8	1,8	
Сентябрь	2,1	2,4	1,2	2,0	3,8	0,6	1,7	<i>P. simplex</i>
	0,6	0,7	0,4	0,6	1,1	0,1	0,5	
Среднее за сезон	5,2	3,7	5,0	2,9	6,0	2,9	3,3	
	2,8	2,2	3,5	1,6	3,8	3,6	1,0	

На станции 3, где вода прогревается позже, «цветение» отмечено в конце мая. Оно было вызвано диатомовой водорослью *Cyclotella meneghiniana*, которая является α -, β -мезосапробом, что указывает на большую степень загрязнения данного участка в водоеме.

Массового развития в августе достигли синезеленые в сопровождении с протококковыми, особенно на станциях 1 и 5 (см. табл. 6). Наблюдается два-три пика в развитии водорослей. Средняя численность водорослей за сезон по всему водоему 4,1 млн кл/л, биомасса 2,7 мг/л. Распределяются они в водохранилище довольно неравномерно, наиболее богаты по видовому разнообразию станции 6 и 3. Высокая численность фитопланктона обусловлена такими β -мезосапробами, как *Melosira varians*, *Pediastrum simplex*, *Ankistrodesmus angustus* и др. Индекс сапробности изменяется от 1,5 до 2,1, что указывает на среднюю степень загрязненности водоема.

Подводя итоги изучения фитопланктона как показателя качества воды водохранилищ-охладителей на Урале, можно сделать вывод, что исследуемые водоемы относятся к β -мезосапробному типу. Однако, если Исетское водохранилище — типичный β -мезосапроб (индекс сапробности 1,8—2,0), то Вогульское (1,2—2,2) и Рефтинское (1,5—2,1), также являясь β -мезосапробами, ближе к олигосапробным, в то время как Верхне-Тагильское (1,94—2,5) ближе к α -мезосапробной зоне, т. е. степень загрязнения их различна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абакумов В. А., Максимов В. Н., Ганьшин Л. А. Экологические модули как показатели изменения качества вод // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Л., 1981. С. 117—136.
2. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л., 1974.
3. Дмитриева А. Г., Кривенко И. С. Водоросли как критерий оценки состояния природных и сточных вод // Комплексные методы контроля качества природной среды: Симпоз. специалистов стран-членов СЭВ. М., 1986. С. 159.
4. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод. Л., 1974.
5. Gorham E., Lund J. W. G., Sanger J. E., Dean W. E. Some relationships between algal standing crop, water chemistry and sediment chemistry in the Enslich Lakes // Limnol. a. Oceanogr. 1974. Vol. 19, № 4. P. 601—617.
6. Herodek S., Tamas G. The primary production of phytoplankton in the Keszthely basin of Lake Balaton in 1973—1974 // Ann. Biol. Tihani. 1975. № 42. P. 175—190.
7. Spodniewska L. Changes in the structure and production of phytoplankton in Mikolayskie Lake 1963—1972 // Limnologica. 1976. Bd 10, H. 2. S. 299—306.

Л. А. СЕМЕНОВА, В. А. АЛЕКСЮК

ИЗУЧЕННОСТЬ АЛЬГОФЛОРЫ ОБСКОГО СЕВЕРА

Первые сведения о водорослях Обского Севера относятся к концу XIX — началу XX в. В работах этого периода приводятся небольшие списки водорослей, найденных в реках Полуде, Оби у г. Салехарда, Мал. и Бол. Оби [3].

В 1924 г. Карской экспедицией были изучены две станции в северной части Обской губы. В опубликованных работах лишь упоминаются обнаруженные в Обской губе *Chaetoceros gobii*, *Melosira granulata* и *Asterionella gracillima* [2]. В 1934, 1935 гг. в Обской губе, в Нижней Оби и Иртыше были проведены сборы фитопланктона Северообской научно-промысловой экспедицией. И. А. Киселев [2] по этим материалам описал состав водорослей (206 форм) и их распределение. В 1950—1951 гг. Обская губа обследована экспедицией Западно-Сибирского филиала АН СССР, но собранные материалы по фитопланктону остались не обработанными [3]. В июле — августе 1964 г. М. С. Куксин [4] проведены маршрутные обследования фитопланктона 23 соров в пойме Нижнего Иртыша и Оби от г. Сургута до г. Салехарда. Впервые дан список водорослей поймы Нижнего Иртыша и Оби (297 таксонов). Приведены данные о продуктивности и фотосинтетической активности фитопланктона разных соров. С июня 1964 г. по май 1965 г. А. В. Солоневской [10] велись систематические наблюдения в р. Оби у Белогорья и г. Салехарда. Впервые описана сезонная динамика и рассчитан сток фитопланктона. В июле — августе 1966 г. экспедицией СибНИИРХ обследована р. Обь от мыса Ангальского до устья, дельта и Обская губа до мыса Трехбугорного. Участница этой экспедиции А. В. Солоневская обобщила материалы по фитопланктону [11], показала состав водорослей, их численное содержание, распределение видов по акватории и вертикали, фотосинтетическую активность. В 1979—1983 гг. исследования фитопланктона Нижней Оби от Белогорья до Октябрьского осуществлялись Центральным сибирским ботаническим садом (ЦСБС) СО АН СССР [5]. Изучался видовой состав (275 таксонов), структура и продуктивность водорослей.

Целью нашей работы является обобщение материалов по ви-

Таблица 1

Состав фитопланктона нижнего течения р. Оби (Р), ее поймы (П), Обской (О), Тазовской (Т) губ за всю историю их изучения

Группа водорослей	Все водоемы			Все годы наблюдений				
	I пе- риод	II пе- риод	Коеф. сход- ства	Р	П	О	Т	Всего видов
Синезеленые	51	61	0,61	55	34	51	27	85
Пирофитовые	11	9	0,40	6	10	9	4	16
Золотистые	14	5	0,42	4	13	12	3	15
Диатомовые	206	144	0,51	101	103	195	69	264
Желтозеленые	5	5	0,40	1	5	4	1	9
Эвгленовые	43	8	0,23	6	42	12	5	46
Зеленые	143	179	0,52	151	125	141	84	242
Итого	473	411	0,51	324	332	424	193	677

довому составу и уровню количественного развития альгофлоры водоемов Обского Севера при усилении антропогенного влияния. В 1978—1983 гг. в течение каждого сезона собирали фитопланктон в р. Оби от пос. Перегребного до г. Салехарда [6]. В 1982 г. в р. Оби изучали фотосинтетическую активность водорослей на четырех разрезах (у поселков Белогорье и Перегребное, на реках Мал. Обь, Бол. Обь). В 1978 г. обследовали альгофлору у материковых соров Нижней Оби (Маткинский, Куноватский) [1]. С 1981 г. по настоящее время ведутся исследования в Ханты-Питлярском соре [9]. В 1983 г. биомасса водорослей в соре рассчитана по хлорофиллу. В 1981—1983 гг. в период открытой воды собирали фитопланктон в южной части Обской и Тазовской губ [7, 8]. В сентябре 1982 г. обследовали северную часть Обской губы. В зимний период наблюдения проводили эпизодически. С 1986 г. начаты сборы проб фитопланктона на реках Щучья, Собь, Сыня. Возобновлены работы на р. Оби у мыса Ангальского. В августе — сентябре проведено обследование Обской и Тазовской губ, проанализировано 383 пробы.

Для выявления общей направленности в развитии фитопланктона при усилении антропогенного влияния выделены два периода: I — 1934—1935, 1964, 1966 гг., когда антропогенное воздействие было незначительным, и II (современный) — 1978—1983 гг., когда оно резко усилилось.

Анализ литературных [2, 4, 10, 11] и наших данных позволил выявить в Нижней Оби 324 видовых и внутривидовых таксона водорослей (табл. 1). В современный период зарегистрировано 252 таксона. Впервые для данного региона идентифицировано 174 таксона (табл. 2). Среднесезонная биомасса водорослей в русле р. Оби от пос. Перегребного до г. Салехарда

Видовой состав фитопланктона нижнего течения р. Оби (Р), ее поймы (П), Обской (О) и Тазовской (Т) губ (1978—1983 гг.)

Вид	Р	П	О	Т
CYANOPHYTA				
<i>Synechocystis</i> Näg. sp.	—	*	—	—
<i>S. salina</i> Wisl.	*	—	*	*
<i>S. aquatilis</i> Sauv.	*	—	—	—
<i>Synechococcus</i> Näg. sp.	—	*	—	—
<i>S. elongatus</i> Näg.	*	—	—	—
<i>S. aeruginosus</i> Näg.	*	—	—	—
<i>Holopedia</i> Lagerh. sp.	—	*	—	—
<i>Merismopedia</i> (Meyen) Elenk. sp.	—	++	—	—
<i>M. minima</i> G. Beck.	*	—	*	*
<i>M. tenuissima</i> Lemm.	*	+	++	—
<i>M. punctata</i> Meyen	*	—	*	—
<i>M. punctata</i> f. <i>arctica</i> Kossinsk.	—	—	*	—
<i>M. glauca</i> (Ehr.) Näg.	*	++	+	*
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend. Elenk.	++	++	++	*
<i>M. aeruginosa</i> f. <i>flos</i> — <i>aquae</i> (Wittr.) Elenk.	++	—	++	*
<i>M. aeruginosa</i> f. <i>marginata</i> (Menegh.) Elenk.	—	—	++	—
<i>M. pulvereae</i> (Wood) Forti emend. Elenk.	++	++	++	++
<i>M. pulvereae</i> f. <i>incerta</i> (Lemm.) Elenk.	+	—	++	++
<i>M. pulvereae</i> f. <i>delicatissima</i> (W. et G. West) Elenk.	—	—	*	*
<i>M. pulvereae</i> f. <i>irregularis</i> (B.—Peters.) Elenk.	—	—	*	—
<i>M. pulvereae</i> f. <i>planctonica</i> (G. M. Smith) Elenk.	+	—	*	—
<i>M. pulvereae</i> f. <i>holsatica</i> (Lemm.) Elenk.	+	—	++	—
<i>M. pulvereae</i> f. <i>minor</i> (Lemm.) Hollerb.	—	—	*	—
<i>M. grevillei</i> (Hass.) Elenk.	+	—	*	—
<i>Gloeocapsa</i> (Kütz.) Hollerb. sp.	—	++	—	*
<i>G. minuta</i> (Kütz.) Hollerb.	++	—	*	—
<i>Gloeocapsa limnetica</i> (Lemm.) Hollerb.	+	+	++	—
<i>G. minima</i> (Keissl.) Hollerb.	—	—	*	—
<i>Gloeotheca</i> Näg. sp.	—	*	—	—
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg.	+	+	++	—
<i>C. minutissimum</i> Lemm.	*	—	—	—
<i>Gomphosphaeria</i> Kütz. sp.	—	++	—	++
<i>G. aponina</i> Kütz.	*	—	—	*
<i>G. lacustris</i> Chod.	++	+	++	*
<i>G. lacustris</i> f. <i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	++	+	+	++
<i>Snowella rosea</i> (Snow.) Elenk.	*	—	—	—
<i>Stigonema</i> Ag. sp.	—	*	—	—
<i>Anabaena</i> Bory sp.	++	+	—	++
<i>A. spiroides</i> Kleb.	++	*	++	+
<i>A. spiroides</i> f. <i>woronichiniana</i> Elenk.	—	*	—	—
<i>A. scheremetievi</i> Elenk.	*	*	*	—
<i>A. scheremetievi</i> f. <i>recta</i> Elenk.	+	—	++	+
<i>A. scheremetievi</i> f. <i>incurfata</i> Elenk.	+	—	*	—
<i>A. planctonica</i> Brunnth.	*	—	—	—
<i>A. circinalis</i> (Kütz.) Hansg.	—	—	++	—
<i>A. flos</i> — <i>aquae</i> (Lyngb.) Breb.	++	++	+	+
<i>A. flos</i> — <i>aquae</i> f. <i>aptekariana</i> Elenk.	—	—	*	—
<i>A. lemmermanii</i> P. Richt.	—	*	++	—
<i>Aphanizomenon flos</i> — <i>aquae</i> (L.) Ralfs	++	++	++	++

Вид	Р	П	О	Т
<i>A. flos — aquae f. klebanii</i> Elenk.	++	*	++	++
<i>A. flos — aquae f. gracile</i> (Lemm.) Elenk.	—	*	—	—
<i>A. elenkinii</i> Kissel.	*	+	—	—
<i>Gloeotrichia</i> J. Agardh sp.	*	++	—	—
<i>Oscillatoria</i> Vauch. sp.	++	—	++	*
<i>O. minima</i> Gicklh.	*	—	—	—
<i>Oscillatoria granulata f. sibirica</i> (Pop.) V. Pol.	*	—	—	—
<i>Spirulina</i> Turp. sp.	—	—	*	—
<i>S. jenneri</i> (Hass.) Kütz.	*	+	—	—
<i>Phormidium</i> Kütz. sp.	++	*	*	*
<i>Lyngbya</i> Ag. sp.	++	*	*	*
<i>L. limnetica</i> Lemm.	++	—	—	—
PYRROPHYTA				
<i>Chroomonas breviciliata</i> Nyg.	—	*	—	—
<i>Cryptomonas</i> Ehr. sp.	—	++	—	—
<i>Cr. marssonii</i> Skuja	*	*	*	*
<i>Cr. reflexa</i> (Marsson) Skuja	*	*	*	*
<i>Cr. erosa</i> Ehr.	*	—	*	*
<i>Cr. ovata</i> Ehr.	—	*	—	—
<i>Peridinium</i> Ehr. sp.	++	++	++	*
<i>P. bipes</i> Stein	++	—	++	—
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh	++	*	+	—
CHRYSOPHYTA				
<i>Mallomonas Perty</i> sp.	*	++	++	—
<i>Dinobryon spirale</i> Jwan.	*	—	*	*
<i>D. suecicum</i> Lemm.	*	*	++	*
<i>D. cylindricum</i> Jmh.	—	*	+	—
<i>D. divergens</i> Jmh.	++	++	++	*
BACYLLARIOPHYTA				
<i>Melosira varians</i> Ag.	++	+	++	*
<i>M. islandica</i> subsp. <i>helvetica</i> O. Müll.	+	—	++	+
<i>M. distans</i> (Ehr.) Kütz.	++	++	++	*
<i>M. distans</i> var. <i>alpigena</i> Grun.	++	++	++	++
<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs	++	++	++	++
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> (O. Müll.) Hust.	++	++	++	*
<i>Melosira italica</i> (Ehr.) Kütz.	++	++	++	++
<i>M. italica</i> var. <i>tenuissima</i> (Grun.) O. Müll.	++	*	++	++
<i>M. italica</i> var. <i>valida</i> (Grun.) Hust.	—	—	*	—
<i>M. italica</i> subsp. <i>subarctica</i> O. Müll.	++	—	++	+
<i>M. ambigua</i> (Grun.) O. Müll.	++	++	++	++
<i>Thalassiosira hustedtii</i> Anissim. et Poretzky	*	—	—	—
<i>Cyclotella</i> Kütz. sp.	++	++	++	++
<i>C. meneghiniana</i> Kütz.	*	+	++	+
<i>C. stelligera</i> Cl. et Grun.	+	+	*	—
<i>C. comta</i> (Ehr.) Kütz.	—	—	*	—
<i>C. planctonica</i> Brunnth.	*	—	—	—
<i>Stephanodiscus</i> Ehr. sp.	++	++	++	—

Вид	Р	П	О	Т
<i>S. dubius</i> (Fricke) Hust.	—	—	*	—
<i>S. astraea</i> (Ehr.) Grun.	—	++	++	—
<i>S. astraea</i> var. <i>minutulus</i> (Kütz.) Grun.	++	+	+	—
<i>S. hantzschii</i> Grun.	++	+	++	+
<i>S. binderanus</i> (Kütz.) Krieg.	*	—	*	*
<i>S. tenuis</i> Hust.	*	—	—	—
<i>Attheya zachariasii</i> Brun	*	+	—	—
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz.	++	++	++	++
<i>T. fenestrata</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	++	*	++	*
<i>T. fenestrata</i> var. <i>asterionelloides</i> Grun.	—	—	*	—
<i>T. flocculosa</i> (Roth.) Kütz.	++	*	++	++
<i>Meridion circulare</i> (Grev.) Ag.	*	—	—	—
<i>M. circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) V. H.	*	—	—	—
<i>Diatoma vulgare</i> Bory.	*	*	++	*
<i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	++	++	++	*
<i>Fragilaria</i> Lyngb. sp.	++	++	—	—
<i>F. crotonensis</i> Kitt.	++	++	++	*
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	++	*	++	++
<i>F. intermedia</i> Grun.	—	—	*	—
<i>F. bicapitata</i> A. Mayer.	—	—	*	*
<i>F. virescens</i> Ralfs	++	—	+	—
<i>F. virescens</i> var. <i>mesolepta</i> Schönf.	*	—	—	—
<i>F. constricta</i> Ehr.	—	—	+	*
<i>F. inflata</i> (Heid.) Hust.	*	—	++	++
<i>F. inflata</i> var. <i>Istvanffy</i> (Pant) Hust.	—	—	*	—
<i>F. construens</i> (Ehr.) Grun.	++	—	++	++
<i>F. pinnata</i> Ehr.	+	—	++	++
<i>F. brevistriata</i> Grun.	—	*	++	—
<i>Ceratonis</i> Ehr. sp.	*	—	—	—
<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i> Grun.	+	—	++	+
<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) Ehr.	++	++	++	++
<i>S. ulna</i> var. <i>danica</i> Kütz.	++	—	++	++
<i>S. acus</i> Kütz.	++	++	++	*
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	++	++	++	++
<i>A. gracillima</i> (Hantzsch) Heib.	++	++	++	++
<i>Eunotia</i> Ehr. sp.	—	++	++	++
<i>E. lunaris</i> (Ehr.) Grun.	*	—	+	—
<i>E. alpina</i> (Näg.) Hust.	*	—	—	—
<i>E. fallax</i> var. <i>gracillima</i> Krasske	*	—	—	—
<i>E. pectinalis</i> var. <i>ventralis</i> (Ehr.) Hust.	—	—	++	—
<i>E. sudetica</i> O. Müll.	*	—	—	—
<i>E. robusta</i> Ralfs	—	—	*	—
<i>E. sibirica</i> Cl.	*	*	+	—
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	—	—	*	—
<i>C. placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cl.	*	—	*	—
<i>C. skvortzowii</i> (Skv.) Sheshukova	*	—	—	—
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grun.	—	—	*	—
<i>Diplonets</i> Ehr. sp.	—	—	*	—
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> Ehr.	—	+	++	+
<i>St. anceps</i> Ehr.	—	—	++	+
<i>St. smithii</i> Grun.	—	—	*	—
<i>Navicula</i> Bory sp.	—	++	++	++
<i>N. pupula</i> Kütz.	—	+	++	—

Вид	Р	П	О	Т
<i>N. pupula</i> var. <i>rectangularis</i> (Greg.) Grun.	—	+	*	—
<i>N. menisculus</i> Schum.	—	++	*	—
<i>N. cryptocephala</i> Kütz.	*	++	++	+
<i>N. cryptocephala</i> var. <i>intermedia</i> Grun.	*	—	—	—
<i>N. cryptocephala</i> var. <i>lata</i> Poretzky et Anissim.	*	—	+	—
<i>N. hungarica</i> var. <i>capitata</i> Cl.	—	—	++	—
<i>N. radiosa</i> Kütz.	+	+	++	+
<i>N. gracilis</i> Ehr.	—	+	++	—
<i>N. reinhardtii</i> (Grun.) Cl.	—	—	++	—
<i>N. dicephala</i> (Ehr.) W. Sm.	—	—	*	—
<i>N. anglica</i> Ralfs	—	—	++	—
<i>N. placentula</i> f. <i>rostrata</i> A. Mayer	*	—	—	—
<i>N. graciloides</i> A. Mayer	—	—	*	—
<i>N. pusilla</i> var. <i>jacutica</i> J. Kiss.	—	*	—	—
<i>Pinnularia</i> Ehr. sp.	++	++	++	++
<i>P. molaris</i> Grun.	—	—	++	—
<i>P. subcapitata</i> var. <i>hilseana</i> (Janisch.) O. Müll.	—	—	*	—
<i>P. interrupta</i> W. Sm.	—	—	*	—
<i>P. mesolepta</i> (Ehr.) W. Sm.	+	+	++	—
<i>P. pulchra</i> Ostr.	—	—	*	—
<i>P. microstauron</i> (Ehr.) Cl.	—	—	++	—
<i>P. microstauron</i> var. <i>ambigua</i> Meist.	*	—	—	—
<i>Pinnularia borealis</i> Ehr.	*	+	—	—
<i>P. acrosphaeria</i> Breb.	—	—	—	*
<i>P. viridis</i> (Nitzsch.) Ehr.	+	—	++	—
<i>P. viridis</i> var. <i>clevei</i> Meist.	—	—	*	—
<i>Neidium iridis</i> (Ehr.) Cl.	—	—	*	—
<i>N. dubium</i> (Ehr.) Cl.	—	—	*	—
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh.	++	++	++	++
<i>G. attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh.	+	—	*	—
<i>Amphiprora ornata</i> Bail.	*	—	*	*
<i>Amphora</i> Ehr. sp.	*	++	++	++
<i>A. ovalis</i> Kütz.	—	+	++	—
<i>A. sibirica</i> Skv. et Meyer	—	—	*	—
<i>Cymbella</i> Ag. sp.	++	++	++	++
<i>C. turgida</i> (Greg.) Cl.	—	*	—	—
<i>C. ventricosa</i> Kütz.	—	—	++	+
<i>C. sinuata</i> Greg.	—	—	*	—
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.	*	++	++	*
<i>G. olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz.	*	+	*	—
<i>G. olivaceum</i> var. <i>minutissimum</i> Hust.	—	—	*	—
<i>Epithemia zebra</i> (Ehr.) Kütz.	++	+	++	*
<i>E. zebra</i> var. <i>saxonica</i> (Kütz.) Grun.	+	—	—	—
<i>Phopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll.	++	—	*	—
<i>Rh. gibba</i> var. <i>ventricosa</i> (Ehr.) Grun.	—	—	*	—
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	—	—	++	+
<i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch	*	—	++	++
<i>N. tryblionella</i> var. <i>victoriae</i> Grun.	—	—	*	—
<i>N. linearis</i> W. Sm.	+	—	+	*
<i>N. recta</i> Hantzsch	+	+	*	—
<i>N. dissipata</i> (Kütz.) Grun.	—	—	++	—
<i>Nitzschia fonticola</i> Grun.	—	—	*	—
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm.	—	+	++	—

Вид	Р	П	О	Т
<i>N. pulra</i> var. <i>capitata</i> Wisl. et Poretzky	—	—	*	—
<i>N. holsatica</i> Hust.	*	++	*	*
<i>N. gracilis</i> Hantzsch	—	*	*	—
<i>N. macclenta</i> Greg.	—	—	*	—
<i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.	++	*	++	*
<i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Grun.	*	*	++	*
<i>N. sigma</i> (Kütz.) W. Sm.	—	—	++	—
<i>N. acicularis</i> W. Sm.	*	++	++	*
<i>N. suecica</i> (Grun.) A. Cleve	—	—	*	—
<i>Cymatopleura solea</i> (Breb.) W. Sm.	++	+	++	*
<i>C. solea</i> var. <i>apiculata</i> (W. Sm.) Ralfs	—	—	*	*
<i>Surtirella</i> Turp. sp.	*	*	++	*
<i>S. biseriata</i> Breb.	+	—	++	+
<i>S. linearis</i> W. Sm.	*	*	++	—
<i>S. linearis</i> var. <i>constricta</i> (Ehr.) Grun.	*	—	—	—
<i>S. angustata</i> Kütz.	—	—	++	+
<i>S. ovalis</i> Breb.	—	—	++	—
<i>S. ovata</i> Kütz.	—	—	++	—
<i>S. ovata</i> var. <i>salina</i> (W. Sm.) Hust.	—	—	++	—
<i>Compilodiscus</i> Ehr. sp.	—	*	—	—
XANTHOPHYTA				
<i>Goniochloris</i> Geitl. sp.	*	—	—	—
<i>Ophiocytium capitatum</i> Wolle	—	++	—	—
<i>Tribonema</i> Derb. et Sol. sp.	—	—	++	—
<i>T. vulgare</i> Pasch.	—	*	—	—
<i>Centritractus africanus</i> Fritsch et Rich.	—	—	*	—
EUGLENOPHYTA				
<i>Trachelomonas</i> Ehr. sp.	++	++	++	++
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.	*	++	++	*
<i>T. volvocinopsis</i> Swir.	—	++	+	—
<i>T. verrucosa</i> Stokes.	*	—	*	*
<i>T. planctonica</i> Swir.	*	++	++	*
<i>Strombomonas</i> Defl. sp.	*	—	—	—
<i>Euglena</i> Ehr. sp.	—	++	+	—
<i>Phacus</i> Duj. sp.	*	++	*	—
CHLOROPHYTA				
<i>Gyromitus disomatus</i> Skuja	—	—	*	—
<i>Chlamidomonas</i> Ehr. sp.	*	++	*	*
<i>Ch. reinhardii</i> Dang	—	*	—	—
<i>Ch. atactogama</i> Korsch.	—	*	—	—
<i>Ch. oblonga</i> Anach.	—	*	—	—
<i>Ch. conferta</i> Korsch.	*	*	*	—
<i>Ch. multitaeiata</i> Korsch.	—	*	—	—
<i>Ch. incerta</i> Pasch.	—	*	—	—
<i>Pteromonas aculeata</i> Lemm.	*	—	—	—
<i>P. angulosa</i> Lemm.	*	+	++	*
<i>P. torta</i> Korsch.	—	+	++	*

Вид	Р	П	О	Т
<i>Pandorina morum</i> (O. F. Müll.) Bory	++	++	++	*
<i>P. charkoviensis</i> Korsch.	*	*	*	*
<i>Eudorina elegans</i> Ehr.	++	++	++	++
<i>Volvox</i> (L.) Ehr. sp.	*	*	—	*
<i>Tetraëdron caudatum</i> (Corda) Hansg.	—	+	—	—
<i>T. minutissimum</i> Korsch.	*	+	—	—
<i>T. minimum</i> (A. Br.) Hansg.	*	+	+	—
<i>T. incus</i> (Teil.) G. M. Smith	*	++	*	—
<i>Schroederia setigera</i> (Schroed.) Lemm.	*	++	++	*
<i>Korschikoviella</i> Silva sp.	++	*	+	—
<i>Korschikoviella gracilipes</i> (Lambert.) Silva	—	*	—	—
<i>K. setosa</i> (Tilarszhy) Korsch.	—	*	—	—
<i>Sphaerocystis planctonicus</i> (Korsch.) Bourr.	*	—	—	*
<i>S. schroeteri</i> Chod.	+	*	+	—
<i>Chlorella</i> Beijer. sp.	—	++	—	—
<i>Ch. vulgaris</i> Beijer.	*	—	—	*
<i>Ch. mucosa</i> Korsch.	*	+	—	—
<i>Oocystis</i> Näg. sp.	—	++	++	*
<i>O. marssonii</i> Lemm.	*	—	*	—
<i>O. pusilla</i> Hansg.	*	—	—	—
<i>O. pseudocoronata</i> Korsch.	*	—	—	—
<i>O. borgei</i> Snow	*	*	++	—
<i>O. submarina</i> Lagerh.	*	++	*	—
<i>O. novae — semliae</i> Wille	*	—	—	—
<i>Oocystidium ovale</i> Korsch.	*	—	—	—
<i>Nephrochlamys Willeane</i> (Printz) Korsch.	*	—	—	—
<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schroed.	*	+	*	—
<i>L. geneviensis</i> Chod.	*	+	++	*
<i>L. quadriseta</i> (Lemm.) G. M. Smith	*	*	—	—
<i>L. citrifformis</i> (Snow) G. M. Smith	*	*	*	—
<i>L. chodatii</i> Bern.	*	*	—	—
<i>L. subsalsa</i> Lemm.	*	—	*	*
<i>L. ciliata</i> (Lagerh.) Chod.	*	—	++	*
<i>Nephrocytium obesum</i> var. <i>symmetrica</i> Printz	*	—	—	—
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. West) Schmidle	*	+	++	—
<i>K. lunaris</i> (Kirchn.) Moeb.	*	+	++	+
<i>K. intermedia</i> Korsch.	*	*	*	—
<i>K. intermedia</i> var. <i>major</i> Korsch.	—	*	*	—
<i>Ankistrodesmus longissimus</i> (Lemm.) Wille var. <i>longissimus</i>	*	*	*	*
<i>Ankistrodesmus longissimus</i> var. <i>acicularis</i> (Chod.) Brunnth.	*	*	*	*
<i>A. acicularis</i> (A. Br.) Korsch.	++	++	++	*
<i>A. arcuatus</i> Korsch.	*	++	—	—
<i>A. pseudomirabilis</i> Korsch.	—	*	++	*
<i>A. pseudomirabilis</i> var. <i>spiralis</i> Korsch.	*	*	*	*
<i>A. densus</i> Korsch.	—	*	—	—
<i>A. fusiformis</i> Corda	*	++	++	*
<i>A. bibraianus</i> (Reinsch.) Korsch.	*	—	—	—
<i>A. falcatus</i> (Corda) Ralfs	++	—	++	—
<i>A. mucosus</i> Korsch.	—	—	*	—
<i>A. angustus</i> Bern.	*	++	++	*
<i>Hyaloraphidium contortum</i> Pasch. et Korsch.	*	—	*	—

Вид	Р	П	О	Т
<i>Golenkinia radiata</i> Chod.	*	++	*	—
<i>G. brevispina</i> Korsch.	*	*	—	—
<i>Golenkiniopsis longispina</i> Korsch.,	*	*	*	*
<i>G. solitaria</i> Korsch.	*	+	—	—
<i>G. parvula</i> (Woronich.) Korsch.	—	*	—	*
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.	*	+	*	*
<i>M. quadrisetum</i> (Lemm.) G. M. Smith	*	+	—	—
<i>Dictyosphaerium simplex</i> Korsch.	—	—	*	—
<i>D. pulchellum</i> H. Wood	++	++	++	++
<i>D. pulchellum</i> var. <i>ovatum</i> Korsch.	*	*	++	*
<i>D. ehrenbergianum</i> Näg.	+	+	++	—
<i>Didymocystis</i> Korsch. sp.	—	++	—	—
<i>D. planctonica</i> Korsch.	*	+	++	*
<i>D. lineata</i> Korsch.	*	—	—	—
<i>D. tuberculata</i> Korsch.	*	—	—	—
<i>D. inconspicua</i> Korsch.	*	+	—	—
<i>Coelastrum sphaericum</i> Näg.	*	++	++	—
<i>C. microporum</i> Näg.	*	++	++	++
<i>C. intermedium</i> (Bohl.) Korsch.	*	—	*	—
<i>Crucigenia apiculata</i> Schmidle	—	*	—	—
<i>C. fenestrata</i> Schmidle	*	*	++	*
<i>C. lauterborni</i> (Schmidle) Korsch.	*	+	*	—
<i>C. tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G. West	++	++	++	*
<i>C. quadrata</i> Morren	++	++	++	*
<i>C. rectangularis</i> (A. Br.) Gay	++	—	*	++
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schroed.) Lemm.	*	++	++	++
<i>T. elegans</i> Playf.	*	++	*	*
<i>T. glabrum</i> (Roll) Ahlstr. et Tiff.	*	++	++	*
<i>T. punctatum</i> (Schm.) Ahlstr. et Tiff.	*	—	*	—
<i>Scenedesmus</i> Meyen sp.	++	++	++	++
<i>S. incrassatulus</i> var. <i>alternans</i> (Bohl.) Deduss.	*	—	—	—
<i>S. obliquus</i> (Turp.) Kütz.	—	—	*	—
<i>S. obliquus</i> var. <i>alternans</i> Christ.	*	—	*	—
<i>S. acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	++	++	++	*
<i>S. acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i> Reinh.	*	++	++	++
<i>S. acuminatus</i> var. <i>bernardii</i> (Smith) Deduss.	—	*	—	—
<i>S. acuminatus</i> var. <i>elongatus</i> Smith	—	*	++	*
<i>S. acuminatus</i> f. <i>tortuosus</i> (Skuja) Uhorkov	*	—	—	—
<i>S. bijugatus</i> (Turp.) Kütz.	*	++	*	*
<i>S. bijugatus</i> var. <i>alternans</i> (Reinsch) Hansg.	*	—	*	—
<i>S. arcuatus</i> Lemm.	—	++	*	—
<i>S. arcuatus</i> var. <i>platydiscus</i> Smith	*	—	—	—
<i>S. denticulatus</i> Lagerh.	*	++	*	*
<i>S. denticulatus</i> var. <i>linearis</i> Hansg.	—	—	*	*
<i>S. granulatus</i> W. West et G. West	—	—	*	—
<i>Scenedesmus brasiliensis</i> Bohl.	++	+	+	—
<i>S. brasiliensis</i> var. <i>cinnamomeus</i> Roll	*	—	—	—
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Breb.	++	++	++	++
<i>S. quadricauda</i> var. <i>longispina</i> (Chod.) G. M. Smith	*	—	*	*
<i>S. quadricauda</i> var. <i>eualternans</i> Proschk.	*	—	++	—
<i>S. quadricauda</i> var. <i>dentatus</i> Deduss.	*	—	—	*
<i>S. quadricauda</i> var. <i>papillatus</i> Swir.	*	—	—	*
<i>S. quadricauda</i> var. <i>vesiculosus</i> Proschk.	*	—	—	*

Вид	Р	П	О	Т
<i>S. quadricauda</i> var. <i>spinosus</i> Deduss.	*	—	—	*
<i>S. quadricauda</i> var. <i>setosus</i> Kirchn.	*	—	*	*
<i>S. quaricauda</i> var. <i>abundans</i> Kirchn.	*	+	++	*
<i>S. quadricauda</i> var. <i>lefevrii</i> (Defl.) Deduss.	—	—	*	*
<i>S. quadricauda</i> var. <i>armatus</i> (Chod.) Deduss.	*	++	++	—
<i>S. quadricauda</i> var. <i>helveticus</i> (Chod.) Deduss.	—	—	—	*
<i>S. spinosus</i> Chod.	*	—	—	—
<i>S. intermedius</i> var. <i>balatonicus</i> Hortob.	*	—	—	—
<i>S. perforatus</i> var. <i>ornatus</i> Lemm.	*	—	—	—
<i>Dicellula planctonica</i> Swir.	*	+	*	*
<i>Tetrachlorella alternans</i> Korsch.	*	—	*	—
<i>Tetradasmus cambricus</i> G. West	*	—	—	—
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.	++	++	++	*
<i>A. hantzschii</i> var. <i>gracile</i> Roll	++	—	++	*
<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	++	—	++	—
<i>P. kawraiskyi</i> Schmidle	+	—	+	++
<i>P. tetras</i> var. <i>tetras</i> (Ehr.) Ralfs	++	++	++	*
<i>P. tetras</i> var. <i>tetraedron</i> (Corda) Rabenh.	*	—	++	*
<i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh.	++	++	++	++
<i>P. duplex</i> Meyen	++	++	++	++
<i>P. duplex</i> var. <i>reticulatum</i> Lagerh.	—	—	—	—
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>inflata</i> Wolosz.	*	—	*	*
<i>P. duplex</i> var. <i>setigera</i> (Corda) Rabenh.	*	—	++	—
<i>Sorastrum</i> Kütz. sp.	—	*	—	—
<i>Elakatotrix genevensis</i> (Reverd.) Hild.	*	++	*	—
<i>Ulothrix</i> Kütz. sp.	*	*	++	*
<i>Binuclearia lauterbornii</i> (Schmidle) Pr.—Lavr.	*	*	*	*
<i>Cladophora</i> Kütz. sp.	*	—	—	—
<i>Mougeotia</i> Ag. sp.	++	—	++	—
<i>Spirogyra</i> Link. sp.	++	*	++	++
<i>Closterium</i> Nitzsch. sp.	++	++	++	++
<i>C. acutum</i> (Lyngb.) Breb.	*	—	—	—
<i>C. acutum</i> var. <i>linea</i> (Perty) W. et G. West	*	—	—	—
<i>C. aciculare</i> (Tuffen) W. West	*	—	*	*
<i>C. pronum</i> Breb.	*	—	*	*
<i>C. pronum</i> f. <i>brevius</i> (W. West) Kossinsk.	*	—	++	++
<i>C. gracile</i> Breb.	*	*	—	*
<i>C. lanceolatum</i> f. <i>parvum</i> (W. et G. West) Kossinsk.	*	—	—	—
<i>C. littorale</i> Gay	++	—	—	—
<i>C. cornu</i> Ehr.	*	—	—	*
<i>C. peracerosum</i> Gay	*	—	+	—
<i>M. moniliferum</i> (Bory) Ehr.	+	*	+	—
<i>C. moniliferum</i> var. <i>concauum</i> Klebs	—	*	—	—
<i>C. ehrenbergii</i> Menegh.	—	*	+	—
<i>C. kuetzingii</i> Breb.	*	—	—	—
<i>C. abruptum</i> W. West	*	—	—	—
<i>C. limneticum</i> Ehr.	—	—	*	—
<i>Penium</i> Breb. sp.	—	*	—	—
<i>Tetmemorus laevis</i> (Kütz.) Ralfs	*	—	—	—
<i>Euastrum verrucosum</i> Ehr.	—	*	—	—
<i>Euastrum lapponicum</i> Schm.	—	*	—	—
<i>E. bidentatum</i> Näg.	—	*	—	—

Вид	Р	П	О	Т
<i>E. bidentatum</i> var. <i>planum</i> Turn.	—	*	—	—
<i>Cosmarium</i> Corda sp.	*	++	++	++
<i>C. botrytis</i> Menegh.	—	*	—	—
<i>Staurastrum</i> Meyen sp.	++	++	++	++
<i>S. saltator</i> Grönbl.	*	*	—	—
<i>S. pelagicum</i> W. et G. S. West	—	—	*	—
<i>S. planctonicum</i> Teil.	—	—	*	—
<i>S. polymorphum</i> Breb.	—	—	—	*
<i>Xanthidium</i> Ehr. sp.	—	*	—	—
<i>Spondylosium</i> Breb. sp.	++	—	++	++
<i>S. papillosum</i> W. et G. S. West	+	—	++	+
<i>Desmidium</i> Ag. sp.	*	*	—	—

Примечание. (*) — вид обнаружен впервые во II периоде, (++) — в I и II периодах, (+) — в I периоде.

в 1978—1983 гг. изменилась от 1,13 до 4,95 г/м³, численность от 2,64 до 8,93 млн кл/л (табл. 3). В планктоне реки богато представлены диатомовые водоросли, среди которых основной фон составляли планктонные и факультативно-планктонные виды. Постоянными спутниками диатомей в толще воды были зеленые и синезеленые. Остальные группы водорослей играли незначительную роль. Они встречались на протяжении всего русла реки, но чаще единичными экземплярами. В целом растительный комплекс р. Оби от пос. Перегребного до г. Салехарда в июне — сентябре 1978—1983 гг. можно назвать диатомовым с заметным развитием зеленых и синезеленых водорослей в период их интенсивной вегетации.

Анализ результатов прошлых [4] и наших исследований позволил выявить в соровой системе Нижней Оби 332 таксона водорослей. В современных условиях зарегистрировано 170 таксонов. Впервые идентифицировано 84 таксона. В начале вегетации в планктоне соров, расположенных близко от русла, преобладали диатомовые водоросли, а удаленных от русла — синезеленые и диатомовые. Отмечено, что к северу в сорах возрастает роль диатомей, смещается на более поздний срок максимум развития водорослей [1, 4]. Фитопланктон соровой системы оказывает влияние на формирование планктона р. Оби в конце лета. До начала осушения соров в фитопланктоне реки преобладала мелозира [6, 10], синезеленые имели небольшое значение, но их роль усиливалась, когда вода из соров начинала поступать в реку. Продуктивность фитопланктона соровой системы выше, чем в реке (см. табл. 3), так как условия речного потока менее благоприятны для развития многих видов водорослей.

Продуктивность фитопланктона водоемов Обского Севера

Водоем	Время наблюдений	Горизонт	N, млн кл/л	B, мг/л
С о р ы				
Ай-Тор *	15.07.64	Поверхность	214,82	31,76
Большой Лорбинский *	»	»	26,28	5,23
Варынг-Тор *	»	»	39,87	10,22
Танга-Тор *	7.08.64	»	0,1	—
Лейвгортский *	8—9.08.64	»	22,16	5,55
Налимья Курья *	»	»	0,46	0,16
Шурышкарский *	»	»	15,01	2,38
Елэнг-Лор *	16—22.08.64	»	2,85	1,65
Малый Самутнельский *	»	»	11,25	6,77
Ванзеватский *	»	»	5,72	3,75
Зажимчарский *	»	»	14,94	3,99
Маткинский	3.06—3.08.78	»	6,98	3,69
Куноватский	20.06—22.09.78	»	4,98	3,00
Ханты-Питлярский **	11.06—6.08.81	»	17,09	7,76
»	22.06—21.09.82	Усредн. проба	1,85	0,99
Ханты-Питлярский	15.06—25.08.83	»	—	2,56
Р е к и				
Обь — Белогорье *	23.06—3.10.64	Поверхность — дно	0,73—43,58	0,54—4,25
»	Зима 1964—1965 гг.	»	0,23—0,001	0,21—0,005
Обь — Белогорье — Октябрьское ***	1979—1983 гг.	»	1,22	0,54
Обь — Перегребное, русло	13.06.78	Усредн. проба	1,52	—
»	27.09.78	»	7,13	—
»	»	Поверхность	7,76	—
»	23.06—16.09.79	Усредн. проба	2,71	1,13
»	»	Поверхность	3,38	1,22
Обь — Перегребное, побережье	25.08—16.09.79	»	1,40	0,37
Обь — Перегребное, русло	6.06—16.07.80	»	0,83	0,53
»	2.10.80	»	5,12	2,61
Обь — Перегребное, побережье	»	»	3,48	1,90
Обь — Перегребное, русло	6.06—26.09.81	»	8,32	2,37
»	16.06—16.09.82	»	8,93	4,95
Мал. Обь, русло	19.06—9.09.78	Усредн. проба	4,48	—
»	»	Поверхность	4,77	—
»	30.06—1.09.79	»	3,27	1,47
»	»	Усредн. проба	3,75	1,97

Водоем	Время наблюдений	Горизонт	N, млн кл/л	B, мг/л
Мал. Обь, русло	21.07—23.09.80	Поверхность	6,05	2,41
Бол. Обь, русло	21.06—25.09.78	Усредн. проба	6,61	—
»	»	Поверхность	7,15	—
»	25.06—19.09.79	Усредн. проба	2,67	1,44
»	25.06—27.08.79	Поверхность	3,28	1,81
»	19.08—22.09.80	»	4,20	1,75
Бол. Обь, побережье	»	»	3,81	1,20
Обь — мыс Ангальский *	17.06—30.10.64	Поверхность — дно	0,18—12,83	0,07—3,25
»	Зима 1964—1965 гг.	»	0,02—3,60	0,02—2,24
»	7.08.66	Поверхность	2,40	2,80
»	»	Дно	0,02	1,55
Обь — 150 км от мыса Ангальского *	6.08.66	Поверхность	2,89	2,56
»	»	Дно	1,99	1,64
Обь — мыс Ангальский, русло	26.06—2.09.79	Усредн. проба	5,38	2,93
»	»	Поверхность	5,67	3,16
Обь — мыс Ангальский, побережье	»	»	6,71	2,39
»	20.07—2.09.80	»	3,76	1,48
Обь — мыс Ангальский, русло	20.08—21.09.80	»	3,39	1,29
»	10.06—10.08.81	»	2,64	1,64
Обь — мыс Ангальский, побережье	»	»	2,61	1,13
Обь — мыс Ангальский, русло	14.10—26.10.81	»	7,28	4,19
»	1.12.81.	»	0,40	0,25
»	22.01.82	Усредн. проба	0,31	0,09
»	25.05.82	Поверхность	1,30	0,49
Обь — мыс Ангальский, побережье	»	»	0,95	0,34
Обь — мыс Ангальский, русло	16.06—1.09.82	»	3,86	1,87(1,8)
»	6.06—14.09.83	»	6,17	3,16(3,3)
Дельта — Хангаловская Обь *	5—6.08.66	»	2,36—7,15	2,09—7,34
»	»	Дно	0,95—4,71	1,07—4,38
Дельта — Салемал, русло	19.06—9.07.81	Поверхность	2,28	1,14
Дельта — Салемал, побережье	»	»	3,47	1,63
Обская губа, юг *	29.07—4.08.66	»	5,60—13,13	6,71—12,41
»	»	Дно	4,91—13,10	4,54—11,25
Обская губа, юг	22.07—25.09.81	Поверхность	10,14	4,13
Обская губа — Мыс Каменный	13—15.01.82	Усредн. проба	0,20	0,02

Водоем	Время наблюдений	Горизонт	N, млн кл/л	B, мг/л
Обская губа — Яп- тик-Сале	7—14.03.82	Усредн. проба	0,02	0,001
Обская губа — бух- та Новый Порт	19.05—9.06.82	»	1,52	0,90
Обская губа, юг	15.07—24.09.82	Поверхность	6,75	3,87
Обская губа, север	19—21.09.82	»	0,35	0,22
Обская губа — Яп- тик-Сале	20—25.12.82	Усредн. проба	0,10	0,06
Обская губа, юг	20.08—24.09.83	Поверхность	5,68	3,12
Тазовская губа, устье *	30.07.66	»	16,27	11,03
»	»	Дно	12,57	9,31
Тазовская губа, устье, русло	26.07—25.09.81	Поверхность	9,87	3,46
»	17.07—24.09.82	»	14,39	6,49
»	23.08—24.09.83	»	8,33	4,53

Примечание. * — исследования в I периоде [2, 4, 10, 11]. ** — данные С. В. Скрипкиной, *** — данные ЦСБС СО АН СССР [5], в скобках — биомасса рассчитана графическим методом.

Анализ литературных данных [2, 11] и результатов наших исследований позволил выявить в Обской губе 421 видовую и внутривидовую форму, в Тазовской — 193 (см. табл. 1). В современный период в Обской губе зарегистрировано 263 таксона, из них впервые идентифицировано 113 (см. табл. 2), в Тазовской губе 151 и 103 соответственно. Основную роль в формировании альгоценозов играют диатомовые, синезеленые, зеленые водоросли. В планктоне постоянно преобладают диатомеи, в конце лета им иногда сопутствуют синезеленые. Средняя численность водорослей в южной части Обской губы за июль — сентябрь 1981—1982 гг. не превышала 10,14 млн кл/л, биомасса 4,13 мг/л, в Тазовской 14,39 и 6,49 соответственно. В августе — сентябре 1983 г. средняя численность в южной части Обской губы составила 5,68 млн кл/л, биомасса 3,12 мг/л, в Тазовской 8,33 и 4,53 соответственно (см. табл. 3). В северной части Обской губы в сентябре 1982 г. выявлено 54 таксона. Основу биомассы повсеместно составляли диатомовые водоросли, мелозира. Количественные показатели развития фитопланктона в сентябре в северной части Обской губы намного ниже, чем в южной, средняя биомасса составила 0,22 мг/л, численность 0,35 млн кл/л. Продуктивность снижается с юга на север. Наибольшая биомасса наблюдалась на северной границе пресных вод в районе Се-Яхи, на север до мыса Тамбея она снижалась до сотых долей миллиграмма, в районе мыса Дровяного составляла тысячные доли миллиграмма. Зимний период характеризовался бедностью видового состава и низкой продуктивностью.

Таким образом, в водоемах Обского Севера в процессе изучения альгофлоры в 1978—1983 гг. зарегистрировано (с учетом литературных данных) 677 таксонов, в I периоде 473, во II — 411, из которых 187 идентифицированы впервые. Растительный комплекс Нижней Оби — диатомовый с развитием зеленых и синезеленых в конце лета. Планктон соровой системы характеризуется большей продуктивностью, чем речной. Он оказывает влияние на формирование фитопланктона реки во вторую половину лета. В планктоне устьевого участка, как и в реке, постоянно преобладают диатомовые водоросли, которым в конце лета иногда сопутствуют синезеленые. Отмечена тенденция возрастания количества водорослей к устью реки (1979 г.). Устьевой участок отличается большей продуктивностью, чем речной (1981—1983 гг.). Динамика развития фитопланктона в значительной степени зависит от особенностей гидрохимического и гидрологического режимов Обского бассейна в каждом конкретном году. Анализ материалов в многолетнем аспекте свидетельствует о некотором изменении видового состава, что может быть связано с нестабильностью гидрохимического режима реки в результате антропогенного воздействия. Отмеченное на современном этапе уменьшение видового разнообразия водорослей отчасти объясняется тем, что последние исследования были посвящены выявлению количественного развития, поэтому список водорослей неполный. В дальнейшем он будет пополняться. Настоящей работой подведены итоги многолетних исследований водоемов Обского Севера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексюк В. А., Крохалевская Н. Г., Семенова Л. А. Экологическая характеристика зоопланктона в сорах Нижней Оби // Тр. ГосНИОРХ НПО «Промрыбвод». Л., 1984. Вып. 214. С. 63—76.
2. Киселев И. А. О флоре водорослей Обской губы с приложением некоторых данных о водорослях Нижней Оби и Иртыша // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1970. Т. 1 (3). С. 41—54.
3. Куksen М. С. Обзор изученности альгофлоры реки Оби // Водоросли и грибы Западной Сибири. Новосибирск, 1964. Ч. 1, вып. 8. С. 13—18.
4. Куksen М. С. Фитопланктон соровой системы Оби и низовий Иртыша // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1970. Ч. 1 (3). С. 3—20.
5. Левадная Г. Д., Науменко Ю. В., Ермолаев В. И. Альгологические исследования водоемов Западной Сибири в связи с перераспределением водных ресурсов // V съезд Всесоюзного гидробиологического общества: Тез. докл. Куйбышев, 1986. Ч. II. С. 260—262.
6. Семенова Л. А., Алексюк В. А. Фитопланктон нижнего течения Оби // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. Свердловск, 1983. С. 32—42.
7. Семенова Л. А., Алексюк В. А. Фитопланктон южной части Обской и Тазовской губ // Географические проблемы изучения и освоения арктических морей: Тез. докл. Л., 1985. С. 145—150.
8. Семенова Л. А., Алексюк В. А. Флористический анализ устьевой области р. Оби // V съезд Всесоюзного гидробиологического общества: Тез. докл. Куйбышев, 1986. Ч. II. С. 210—211.

9. Скрыпкина С. В. Первичная продукция фитопланктона в Ханты-Питлярском соре // Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири: Тез. докл. Тюмень, 1986. С. 68—70.

10. Солоневская А. В. Сток фитопланктона Нижней Оби // Гидростроительство и рыбное хозяйство в Нижней Оби. Тюмень, 1966. С. 77—91.

11. Солоневская А. В. Продуктивность фитопланктона южной части Обской губы и низовий Оби // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1972. Ч. 2 (4). С. 51—70.

Г. Н. СОЛОВЫХ

**ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ФИТОПЛАНКТОНА
ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА**

Ириклинское водохранилище в бассейне р. Урал — один из крупнейших водоемов Оренбургской области. Водохранилище используется для водоснабжения населения, орошения сельскохозяйственных площадей, регулирования весеннего паводка р. Урал, ведения рыбного хозяйства, технического, хозяйственного и производственного (охлаждение агрегатов Ириклинской ГРЭС) водоснабжения, а также выработки электроэнергии на Ириклинской гидроэлектростанции.

Данных по биологии водохранилищ Южного Урала в литературе нет. Известно, что одним из основных источников органического вещества в водоеме является фитопланктон. Водоросли, потребляя одни вещества (биогены, углекислоты, микроэлементы) и выделяя другие (кислород, растворимые органические вещества), меняют химическую характеристику вод. Велика роль фотосинтеза водорослей и при самоочищении загрязненных вод [1].

Изучение первичной продукции фитопланктона Ириклинского водохранилища нами проведено впервые. Материалы собраны в течение вегетационных сезонов 1975—1982 гг. Наблюдения вели на 17 станциях водохранилища (рис. 1) с мая по октябрь. Интенсивность фотосинтеза фитопланктона измеряли кислородным методом [2]. В первые три года исследования (1975—1977) пробы отбирали по восьми горизонтам: поверхность, 0,5; 1; 2; 3; 4 м, на глубине тройной прозрачности и у дна. Склянки экспонировали в водоеме, на тех же горизонтах.

Расчет величины фотосинтеза под 1 м² поверхности производили по формуле, предложенной В. И. Романенко [10]:

$$\Phi_{\text{м}} = \Phi_{\text{н}} \cdot 0,7 \cdot L \cdot 1000,$$

где $\Phi_{\text{м}}$ — суточная величина фотосинтеза под 1 м² водоема, г С/м²;

$\Phi_{\text{н}}$ — суточная величина фотосинтеза в интегрированной пробе воды, г С/л;

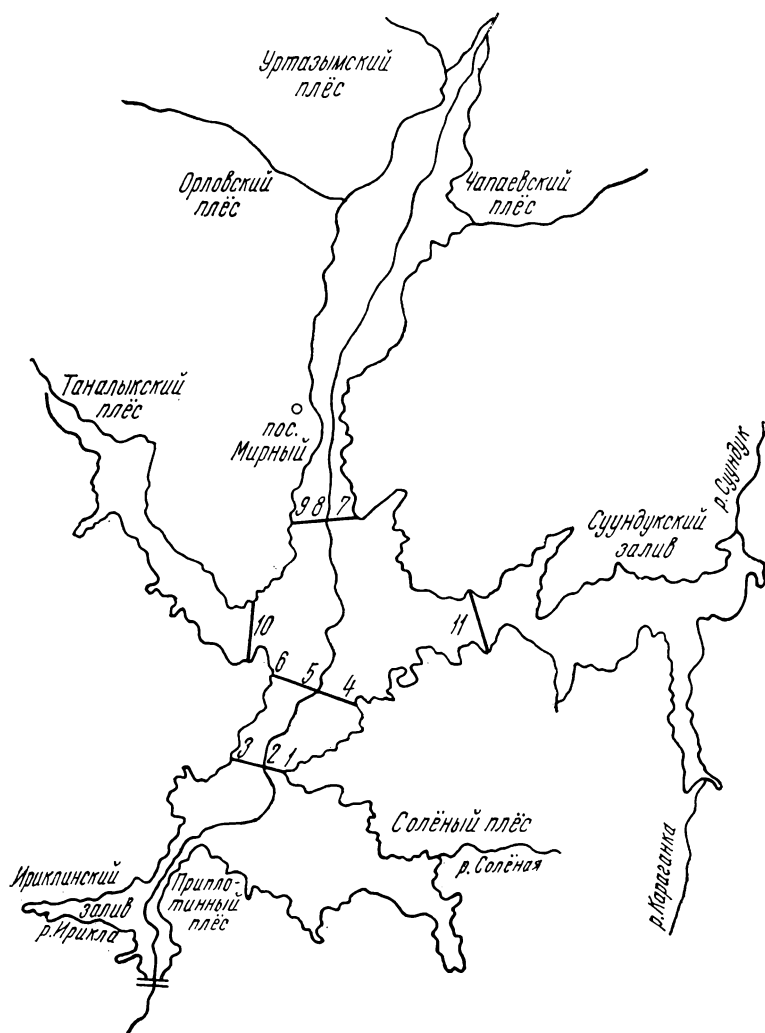


Рис. 1. Схема расположения станций наблюдения (1—10) на Иртышском водохранилище.

Таблица I

**Изменение температуры воды по средним многолетним данным
(1975—1983 гг.), °C**

Станция	Месяц		
	V	VI	VII
7, 8, 9, выше сброса	5,1 — 10,7 9,5 — 13,6	12,6 — 20,1 15,7 — 22,6	21,3 — 23 23 — 26,8
4, 5, 6, зона сброса	5,2 — 10,8 8,8 — 13,6	11,2 — 20,7 14,6 — 25,2	19,2 — 23,2 21,9 — 25,2
1, 2, 3, ниже сброса	5,1 — 9,4 8,6 — 12,8	11,2 — 21,4 15,5 — 24,2	19,0 — 23,2 24,0 — 26,1
11, Суундукский плес	5,5 — 11,3 10 — 13,6	12,7 — 21 15,7 — 21,8	18,3 — 23,6 21,4 — 26,2
Среднее за месяц	9,99	18,0	23,02

Станция	Месяц		
	VIII	IX	X
7, 8, 9, выше сброса	19,1 — 24,1 21,5 — 27,8	12,9 — 20,7 13,9 — 23,4	6,4 — 15,4 11,5 — 17,1
4, 5, 6, зона сброса	19,2 — 24,5 21,9 — 24,5	12,9 — 20,7 13,9 — 23,4	6,4 — 16,1 9,2 — 17,2
1, 2, 3, ниже сброса	18 — 21 21,5 — 27,5	12,8 — 20,6 16,2 — 23,4	6,6 — 16 12,8 — 18,2
11, Суундукский плес	18,4 — 24 21,2 — 25,2	13,1 — 20,6 13,7 — 23,4	10,5 — 15,6 11,4 — 16,3
Среднее за месяц	21,3	18,0	13,82

Примечание. В числителе — минимальные значения, в знаменателе — максимальные.

0,7 — коэффициент влияния на фотосинтез подводной освещенности;

L — расстояние до тройной прозрачности воды по диску Секки, м.

Величину фотосинтеза в интегрированной пробе воды Φ_n рассчитывали суммированием величин фотосинтеза на исследуемых горизонтах и делением на восемь.

В последующие годы исследования (1978—1982) пробы отбирали на горизонтах: поверхность, середина, тройная прозрач-

Таблица 2

Химический состав воды Ириклинского водохранилища, мг/л

Компонент, показатель	Год							
	1975	1977	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Железо	0,11	0,01	0,01	0,01	0,0	0,02	0,16	0,0
	0,12	0,07	0,07	0,04	0,02	0,11	0,28	0,02
	3,12	0,52	0,31	3,77	5,13	2,28	18,67	7,56
Кремний	3,95	14,22	6,85	38,07	12,18	15,07	20,71	16,09
	0,0007	0,0003	0,0000	0	0	0	0	0
Нитриты	0,002	0,0014	0,0016	0,0024	0,0004	0,0004	0,001	0,002
	0,274	0,091	0,013	0,236	0,353	0,062	—	0,024
Аммоний	0,293	0,184	0,071	1,003	0,574	0,640	0,387	0,333
pH	8,46	8,43	8,01	8,13	8,00	7,86	8,05	7,95
Перманганатная окисляемость (ПО)	3,71	3,76	3,78	3,70	3,88	3,83	4,45	4,13
Бихроматная окисляемость (БО)	18,39	21,5	21,6	22,71	24,4	26,8	17,1	25,8
Отношение ПО : БО *	20,1	17,5	17,5	16,3	16,6	14,3	26,2	16,1
Органическое вещество	14,15	16,54	16,59	17,47	18,64	20,62	13,05	19,88
Органический углерод	8,07	8,27	8,29	8,73	9,32	10,31	6,52	9,94

Примечание. В числителе — минимальные значения, в знаменателе — максимальные.

* В процентах.

ность и дно. Отсюда Φ_n рассчитывали как среднюю от суммы величин фотосинтеза на этих горизонтах, деленную на четыре. Мы сочли возможным такие допущения, так как для Ириклинского водохранилища часты шторма, когда скорость ветра достигает 20 м/с, а высота волны 2,0—2,5 м, что ведет к перемешиванию водных масс до дна. Число штилевых дней в месяце составляло 11—39 %.

Продукция органического вещества за счет фотосинтеза водорослей и его минерализация являются показателями биологического круговорота органического вещества в водоеме. Оптимальный температурный режим (табл. 1), высокое содержание биогенных элементов и органического вещества (табл. 2) создавали благоприятный режим для развития диатомовых и зеленых водорослей в Ириклинском водохранилище. В разные годы их численность и биомасса варьировали в пределах от 103 до 3464 тыс. кл/л при биомассе 0,104—5,98 г/м³. Первичная продукция органического вещества также достигала высоких величин по всей акватории Ириклинского водохранилища — 1,32—5,30 г С/м² в сутки.

Основную массу фитопланктона во все время исследований представляли диатомовые водоросли. В теплые годы появилось

Таблица 3.

**Первичная продукция фитопланктона (Ф) и деструкция (Д)
Ириклинского водохранилища (1975—1982 гг.)**

Год	N, тыс. кл/л В, мг/л	Среднее содержание С, г/м ² в сутки	Среднее содержание С, г/м ² за период вегетации		Среднее содержание С, тыс. т. за период вегета- ции на водохранилище в целом		Ф/Д	Д/Ф
			Ф	Д	Ф	Д		
1975	1427 1,33 996	1,64	295,5	590,4	76,7	153,4	0,50	2,0
1976	1,14 199 0,259 1429	5,30	954,0	1317,0	284,9	342,5	0,80	1,2
1977	1,43 1639	2,26	406,8	805,4	106,0	212,0	0,50	2,0
1978	2,08 1315	1,66	298,0	639,0	89,6	166,1	0,50	1,85
1979	2,36	2,07	372,6	736,2	97,0	191,3	0,50	1,91
1980	—	1,91	343,9	1024,5	89,2	266,3	0,23	2,9
1981	—	2,81	376,0	429,3	97,9	111,6	0,88	1,13
1982	—	1,32	343,2	646,2	89,2	176,9	0,51	1,98

значительное число зеленых водорослей. Результаты первых двух лет работ показали, что продукция органического вещества за счет фотосинтеза фитопланктона была высокой и составляла в 1975 г. 1,39—2,11, а в 1976 г. — 2,11—3,47 г С/м² в сутки. Несколько ниже активность фотосинтеза была в 1975 г., что можно объяснить высокой инсоляцией, малым поступлением аллохтонного органического вещества с водосборной площади из-за низкого паводка. Наиболее продуктивны плесовые участки: Суундукский, Солёный, Софинский, Чапаевский, Орловский и Уртазымский, здесь в 1976 г. в среднем под 1 м² в сутки синтезировалось от 2,6 до 10,7 г С, чему в значительной мере способствовали небольшие глубины, хорошая прогреваемость воды и высокое содержание биогенов. В фитопланктоне отмечено преобладание диатомовых. В [8] показано, что диатомовые водоросли отличаются более высокой способностью к фотосинтезу, чем синезеленые. В [9] это объясняется тем, что глубина фотосинтезирующего слоя у диатомовых больше, так как у них фотосинтез протекает при умеренной освещенности, а у синезеленых при более высокой интенсивности света. Диатомовые, меняя глубину максимального фотосинтеза, способны фотосинтезировать в широком интервале света в водоеме.

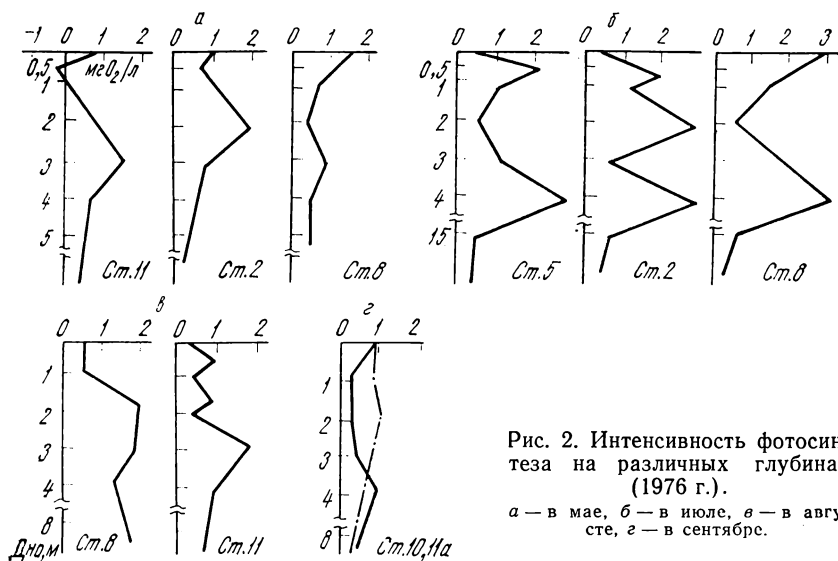


Рис. 2. Интенсивность фотосинтеза на различных глубинах (1976 г.).

а — в мае, б — в июле, в — в августе, г — в сентябре.

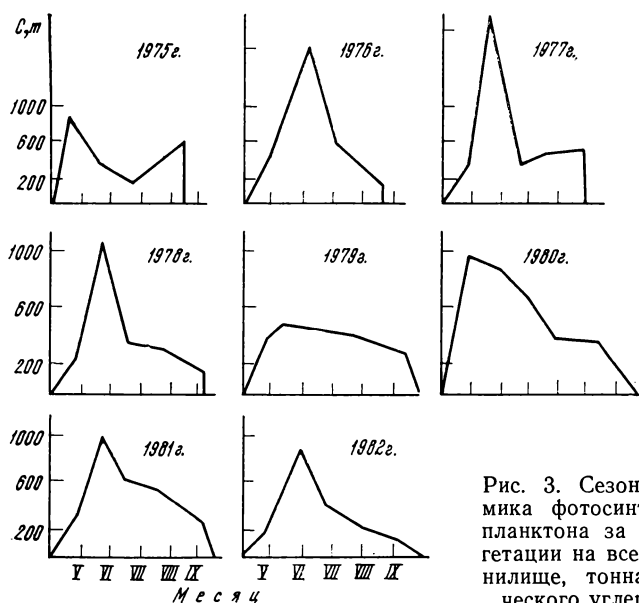


Рис. 3. Сезонная динамика фотосинтеза фитопланктона за период вегетации на всем водохранилище, тоннах органического углерода (С).

В последующие годы активность водорослей снизилась с 5,30 до 1,32 г С/м² в сутки. И хотя первичная продукция в значительной мере определяется количеством водорослей, она не пропорциональна ему (табл. 3). В некоторые годы интенсивность фотосинтеза при низкой биомассе фитопланктона была выше, чем в годы с высокой биомассой водорослей: в 1977 г. биомасса 0,26 г/м³, а фотосинтез 2,26 г С/м² в сутки, в 1978 г. при биомассе 1,42 г/м³ фотосинтез 1,66 г С/м² в сутки. Это доказывает, что фотосинтетическая активность водорослей определяется не только количеством содержащегося в воде фитопланктона, но и другими факторами.

Величина первичной продукции зависит, по-видимому, также от концентрации хлорофилла, физико-химических свойств, количества солнечной радиации, поступающей на поверхность водоема. К. В. Горбунов [4] указывал, что увеличение солнечной радиации до 600 кал (см²·сут) вызывает депрессию растительного планктона и снижение его продукции. Этим, по-видимому, можно объяснить, что наиболее интенсивный фотосинтез в жаркие, сухие годы протекал не у поверхности, а на глубине 1—4 м (рис. 2).

Оценка биологической продуктивности фотосинтеза фитопланктона по глубине показала, что в годы повышенной солнечной инсоляции отмечается заметное световое угнетение фотосинтеза водорослей в поверхностных слоях воды (см. рис. 2). Так, в мае 1976 г. высокий фотосинтез прослеживался на глубине 1 и 3 м. В июле, когда солнечная радиация и прогрев воды самые высокие, а в фитопланктоне появляются синезеленые и зеленые водоросли, активный фотосинтетический слой опускается на глубину 3—4 м. Толщина активного фотосинтеза простирается до глубины 15 м, что хорошо согласуется с высокой прозрачностью воды Ириклинского водохранилища (3,5—5 м) и ее низкой цветностью. Такие же закономерности отмечены и в другие годы исследования. Толщина трофогенного слоя часто превышает тройную прозрачность и опускается до дна. Во все годы исследований нами фиксировался кислород в придонных горизонтах. С. Н. Порядина отмечала наличие активного фитопланктона во всей толще воды от поверхности до дна, а наибольшими по численности фитопланктона были горизонты 1—3 и 4 м.

Сезонные изменения продукции фитопланктона в водохранилище имеют свои особенности как по отдельным плесам, так и в целом по водохранилищу (рис. 3), интенсивность фотосинтеза растет от весны к лету, а осенью вновь снижается. Основные причины, сдерживающие фотосинтез в начальный период вегетационного сезона,— слабая прозрачность и низкая температура воды. Биомасса фитопланктона в это время представлена главным образом диатомовыми водорослями. Летом продукция достигает максимальных величин, что обусловлено

ростом потока солнечной радиации, прогревом водной толщи до 21,3—23,0°C и повышением прозрачности воды после весеннего половодья, а также развитием зеленых и синезеленых водорослей.

Наиболее интенсивная суточная продукция отмечена в июне — июле, этому способствует длинный световой день и хорошее развитие водорослей. В эти месяцы в разные годы суточная продукция достигала 3,76—6,27 г С/м² в сутки. Так, в 1982 г. в июне суточный фотосинтез составил 1,71—4,76 г С/м² в сутки, в это же время отмечено и возрастание численности водорослей в 10—60 раз по сравнению с числом их весной (с 13 до 132—769 тыс. кл/л). Осенью интенсивность фотосинтеза замедляется из-за уменьшения потока солнечной радиации, потери тепла, отмирания и лизиса водорослей. В целом по водохранилищу за вегетационный период мы наблюдали один (в 1976, 1978, 1979, 1981, 1982 гг.) и два (в 1975, 1977, 1980 гг.) пика продуцирования органического вещества (см. рис. 3).

По уровню продуцирования органического вещества от большего к меньшему по средним многолетним данным плесы Ириклинского водохранилища можно расположить в следующем порядке: Солёный, Софинский, Суундукский, Чапаевский, Приплотинный, Таналыкский и Орловский (табл. 4). Более 50 % продукции фитопланктона Ириклинского водохранилища синтезируется на плесах Соленом, Софинском, Суундукском и Чапаевском, площадь которых составляет 39 % от общей. В открытой части водохранилища (площадь 47,32 % от общей площади водоема) фитопланктоном синтезируется 42,5 % органического вещества. Наиболее продуктивным был фитопланктон на плесе Соленом, где продуцируется до 18,9 % всего органического вещества водоема.

Высока продуктивность фитопланктона Приплотинного плеса. Хотя площадь его невелика (1,15 % от площади водоема), на нем синтезируется фитопланктоном до 6,6 % всего органического вещества водоема. Повышение интенсивности фотосинтеза в приплотинных плесах других водоемов отмечали В. Г. Девяткин и А. Д. Примаиченко [5, 7].

В Ириклинском водохранилище за период вегетации продуцируется ежегодно от 76,7 до 284,9 тыс. т С, или от 295,4 до 973,0 г С/м². Согласно нашим данным, 90 % органического вещества создается диатомовыми водорослями, которые в летние и весенние месяцы вытесняют все другие группы.

Органическое вещество, образуемое при фотосинтезе фитопланктона, используется затем гетеротрофными организмами, которые подвергают его процессам минерализации. В Ириклинском водохранилище разрушается органического вещества значительно больше, чем образуется в процессе фотосинтеза (см. табл. 3), что свидетельствует о его значительном поступлении с водосборной площади. Из года в год соотношение деструкции

Таблица 4

Первичная продукция органического вещества в различных участках Ириклинского водохранилища (среднее за 1975—1983 гг.)

Место отбора проб	Площадь		гС/м² в сутки	Продук- ция (Ф) за период вегетации		%
	км²	% от общей		гС/м²	тыс. т С	
Станции						
7, 8, 9	40	15,39	2,10	378,2	15,1	11,4
4, 5, 6	40	15,39	1,81	325,8	13,0	9,9
Плеса						
Приплотинный	3	1,15	1,61	289,8	8,69	6,63
Соленый	32	12,3	4,31	775,8	24,8	18,93
Орловский	7	2,69	2,90	522,0	3,65	2,78
Чапаевский	19	7,3	3,79	682,2	12,95	9,8
Ганаалынский	28	10,76	1,20	216,0	6,4	4,9
Суундукский	28	10,66	3,17	570,6	16,06	12,18
Софинский	23	8,84	4,06	730,8	16,79	12,8

и продукции (Д/Ф) колеблется в пределах от 1,1 до 2,9. Процессы минерализации органического вещества находились в четкой корреляции с количеством органического вещества. Так, наибольшее содержание органического вещества в воде (20,6 мг/л) мы отмечали в 1980 г., который характеризуется и более высокими процессами минерализации — 5,69 гС/мг (см. табл. 4). Оптимальные условия для функционирования водоема создаются при сбалансированности процессов фотосинтеза и деструкции, т. е. когда Ф/Д близко к 1 и колеблется от 0,8 до 1,2. Анализ соотношения валовой продукции и деструкции в Ириклинском водохранилище показал, что здесь Ф/Д составляет 0,23—0,88, т. е. коэффициент меньше 1. Из восьми лет исследований на протяжении пяти Ф/Д был равен 0,5 (1975, 1977, 1978, 1979, 1982 гг.). Такое же соотношение Ф/Д отмечали А. В. Иватин в Куйбышевском водохранилище — 0,4 [6] и Н. А. Герасимова в Саратовском — 0,6 [3].

Сравнение интенсивности фотосинтеза в воде Ириклинского водохранилища и других водоемов показало, что его можно отнести к высокоэвтрофным водоемам. Так, в сравнении с Рыбинским водохранилищем, где величина первичной продукции составляла под 1 м² за период вегетации 128 гС, в Ириклинском она была выше в 2—7 раз, а с Куйбышевским — в 4—5 раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Значение фотосинтеза для обогащения воды кислородом при самоочищении загрязненных вод // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1955. Т. 6. С. 46—69.
2. Винберг Г. Г. Первичная продукция планктона // Журн. Общ. биологии, 1956. Т. 17, № 5. С. 364—376.
3. Герасимова Н. А. Фитопланктон и первичная продукция Волгоградского водохранилища в 1968—1971 гг. // Тр. Саратов. отд-ния ГосНИОРХ. 1976. Т. 14. С. 32—54.
4. Горбунов К. В. Влияние зарегулирования Волги на биологические процессы в ее дельте и биосток. М.: Наука, 1976.
5. Девяткин В. Г. Влияние термальных вод на фитопланктон приплотинного плеса Ивановского водохранилища // Гидробиол. журн. 1970. Т. 6, № 2. С. 45—49.
6. Иватин А. В. Первичная продукция и деструкция органического вещества в Куйбышевском водохранилище в 1966 г. // Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1970. № 8. С. 15—19.
7. Примайченко А. Д. Фитопланктон Горьковского водохранилища в первые годы его существования (1956—1957) // Тр. Ин-та биологии водохранилищ АН СССР. 1961. Вып. 4 (7). С. 45—53.
8. Пырина И. А. Эффективность утилизации солнечной энергии при фотосинтезе планктона волжских водохранилищ // Лучистые факторы жизни водных организмов. Л., 1967. С. 12—21.
9. Сорокин Ю. И. Первичная продукция органического вещества в Рыбинском водохранилище // Тр. Биол. станции «Борок». 1958. Вып. 3. С. 19—24.
10. Романенко В. И. Связь между интенсивностью фотосинтеза при равномерном распределении водорослей в толще воды и прозрачностью по диску Секки // Биология внутренних вод: Информ. бюл. 1973. № 19. С. 14—17.
11. Щербаков А. П. Продукция органического вещества фитопланктона в Глубоком озере // Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1953. Т. 5. С. 225—253.

Г. В. ТАНАЕВА, З. Ф. КРИВОПАЛОВА

**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РАЗВИТИЕ
ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩАХ Р. МИАСС**

Формирование фитопланктона в водохранилищах Южного Урала изучали в целях прогнозирования качества воды и разработки мероприятий по предотвращению возможных биопомех в водоснабжении. Аргазинское и Шершневское водохранилища (рис. 1) образованы зарегулированием стока р. Миасс (бассейн р. Тобол) соответственно в верхнем и среднем течениях. Первое расположено на Восточном склоне Южного Урала в пределах горно-лесной зоны, второе — на Зауральской равнине в лесостепной зоне. Основное назначение водохранилищ — снабжение водой г. Челябинска. Изучали фитопланктон Аргазинского водохранилища на протяжении вегетационных периодов 1978—1983 гг., Шершневского — 1974—1983 гг. Пробы отбирали на замыкающих станциях и акватории водоемов. Определяли видовой состав водорослей, количество клеток, рассчитывали объемным методом биомассу фитопланктона. Учитывали влияние гидрологических (морфометрии, водообмена), гидрохимических (биогенных элементов) и метеофакторов (температуры, продолжительности солнечного сияния).

Климат в районе расположения водохранилищ континентальный. Средняя температура воздуха в январе —15—16°C, а в июле 17—19°C. Летом в течение 11—13 дней температура воздуха 20—25°C, а в течение 14—15 дней 15—20°C. Ветровой режим в летний период характеризуется преобладанием ветров северного, северо-западного и западного направлений. Слабые и умеренные ветры от 0 до 5 м/с дуют в 75—90 % случаев. Максимальной скорости ветер достигает в мае и октябре, минимальной — в августе.

Колебания уровня воды в результате варьирующего по годам весеннего наполнения и осенне-зимней сработки водохранилищ не превышают 1,8 м. Водообмен первого в каскаде водохранилища (Аргазинского) слабый, второго (Шершневского) средний (табл. 1). Содержание биогенных элементов в воде высокое, соответствует уровню эвтрофных водоемов (табл. 2, 3). Наши данные свидетельствуют, что межгодовые различия в их



Рис. 1. Схема водохранилища
р. Миасс.

1—9 — станции наблюдений.

содержанию существенны. Органические формы биогенных элементов являются ведущими. Из форм минерального азота может преобладать как аммонийная, так и нитратная. Максимум минеральных форм азота и фосфора чаще бывает весной-летом, минимум — летом-осенью. Внутриводоемные процессы способствуют в основном накоплению биогенных элементов, однако в Шершневском водохранилище в отдельные годы наблюдался вынос азота. По площади зеркала и объему водоемы относятся к средним водохранилищам (см. табл. 1).

Аргазинское водохранилище по конфигурации — водоем озерного типа со значительной изрезанностью береговой линии, около 11 % площади занимают заливы. В него впадают небольшие реки: Аткус, Черная, Каменная. Максимальные глубины находятся в центральной части водоема. Грунты прибрежной мелководной зоны — это песчаные и торфянистые неплодородные почвы. Донные отложения представлены темно-оливковыми и буровато-коричневыми илами. Растительность на побережье составляют березовые леса с примесью ели и сосны. Водосбор не освоен. Северный участок водоема подвержен влиянию Карабашского горно-металлургического комбината.

Биомасса фитопланктона в Аргазинском водохранилище приближается к уровню таковой среднеэвтрофных водоемов (табл. 4). В количественном отношении преобладают диатомовые водоросли. Всего обнаружено 230 таксонов водорослей. В видовом отношении на первом месте диатомовые (111 таксонов) и зеленые (83 таксона) водоросли. Значительно меньше синезеленых (15 таксонов), эвгленовых (14 таксонов), пирифитовых (3 таксона), золотистых (3 таксона) и желтозеленых (1 таксон). В зависимости от климатических особенностей вегетационного сезона наблюдается две-три вспышки развития фитопланктона (рис. 2): в июне — августе (либо в сентябре). Доминируют диатомовые или диатомовые и пирифитовые. В отдельные годы в июньском планктоне ведущую роль играют зеленые водоросли. Массовое развитие синезеленых происходит в особенно благоприятные по погодным условиям годы и приходится на август-сентябрь. В это время водоросли достигают «умеренной» степени «цветения» воды. Основные виды следующие: *Melosira granulata*, *Fragillaria crotonensis*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Coelastrum microporum*, *Anabaena flos-aquae*, *Dinobryon divergens*.

Таблица 1

Характеристика водохранилищ р. Миасс

Водохранилище	Площадь зеркала, км ²	Объем водной массы, млн м ³	Глубина, м		Площадь водосбора, км ²	Условный водообмен за год
			средняя	максимальная		
Аргазинское	97	571	6,7	12,0	2800	0,5
Шершневское	39	176	4,5	14,0	5460	2,0

Таблица 2

Пределы многолетних среднесезонных величин (в числителе) и максимальные значения (в знаменателе) содержания биогенных элементов в водохранилищах, мг/л

Водохранилище	P _{общ}	P _{мин}	N _{общ} : P _{общ}	N _{мин} : P _{мин}
Аргазинское	0,13 — 0,48	0,04 — 0,27	4 — 29	3 — 57
	0,78	0,44	464	80
Шершневское	0,15 — 0,56	0,04 — 0,18	8 — 20	5 — 63
	1,68	0,69	109	480

Таблица 3

Пределы многолетних колебаний среднесезонных величин (в числителе) и максимальные значения (в знаменателе) содержания азота в водохранилищах, мг/л

Водохранилище	N _{NO₃⁻}	N _{NH₄⁺}	N _{мин}	N _{общ}
Аргазинское	0,29 — 0,43	0,02 — 0,79	0,45 — 1,13	1,53 — 5,00
	1,58	1,50	1,93	13,80
Шершневское	0,16 — 0,27	0,06 — 0,83	0,27 — 1,08	1,67 — 5,01
	0,41	1,60	2,27	6,49

Таблица 4

Пределы многолетних колебаний среднесезонных величин (в числителе) и максимальные значения (в знаменателе) биомассы фитопланктона в водохранилищах, мг/л

Водохранилище	Диатомовые	Зеленые	Синезеленые	Общая
Аргазинское	2,3 — 4,0	0,2 — 1,6	0,02 — 0,03	2,6 — 5,7
	9,0	5,2	0,2	01,6
Шершневское	3,9 — 7,5	1,3 — 9,2	0,1 — 1,5	8,8 — 16,9
	30,0	46,3	546	68,0

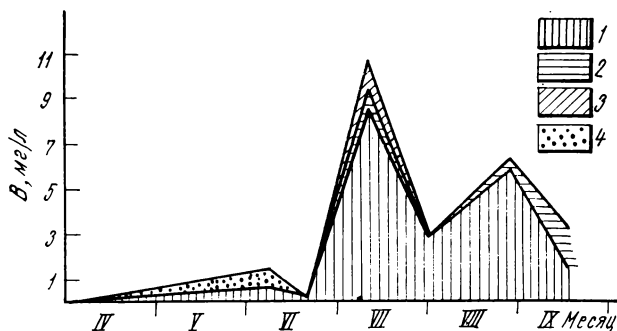


Рис. 2. Динамика биомассы фитопланктона в Аргазинском водохранилище (станция 2, 1980 г.).
1 — диатомовые, 2 — зеленые, 3 — пирифитовые, 4 — золотистые.

Как показал сравнительный анализ, биомасса фитопланктона в Аргазинском водохранилище по сравнению с 1962 г. возросла на порядок. И если А. В. Подлесный еще в 1932 г. относил водохранилище к эвтрофированным водоемам с признаками олиготрофии, то его современное состояние свидетельствует об ускорении эвтрофикации за два последних десятилетия¹. Зафиксированы некоторые особенности распределения фитопланктона по длине водохранилища в летний период (рис. 3). По сравнению с рекой биомасса всех групп фитопланктона в водоеме обычно снижается (станция 2), вновь возрастает в приплотинном участке и нижнем бьефе (станции 3, 4) за счет диатомовых и зеленых водорослей. При прохождении через Аргазинское водохранилище общая величина биомассы фитопланктона р. Миасс не изменяется, происходит лишь перераспределение по группам.

На основании анализа данных за весь период наблюдений получена достоверная корреляционная связь между биомассой фитопланктона и содержанием в воде соединений азота (табл. 5). Уравнения регрессии, представленные в линейной форме, имеют вид

$$B_{\text{диат}} = 12,45 N_N H_4^+ - 0,57,$$

$$B_{\text{зел}} = 0,77 N_{\text{мин}} - 0,02.$$

Связи фитопланктона с температурой воды и величиной водообмена не выявлены.

Нами установлено, что развитию фитопланктона в Аргазинском водохранилище способствуют, очевидно, слабый водооб-

¹ Козлова И. В., Шилкова Е. В. Планктон Аргазинского водохранилища // Тр. Уральского отделения СибНИИРХ. 1966. Т. 7. С. 17—24.

мен и повышенное содержание в воде биогенных элементов, в частности, соединений азота, источником поступления которых является р. Миасс. К факторам, лимитирующим «цветение» воды, относится, во-первых, верхнее расположение водохранилища в каскаде, ограничивающее приход дополнительного количества органического вещества со стоком реки, во-вторых, менее благоприятные условия горно-лесной почвенной зоны и слабая освоенность водосборной площади, уменьшающие приток биогенных элементов из затопленных почвогрунтов и с прилегающих угодий. Большое значение имеют также морфометрические параметры водоема — емкость (отношение средней глубины к максимальной) и открытость (отношение площади водоема к средней глубине). Повышенные значения этих показателей (коэффициенты равны соответственно 0,6 и 14,0) способствуют ослаблению прогреваемости водной толщи и усиливают ветровое воздействие.

Шершневское водохранилище расположено в 150 км от Аргазинского вниз по течению р. Миасс (см. рис. 1, табл. 1). Водоем руслового типа, имеет три плеса: верхний — речной, средний и приплотинный — озерные. Береговая линия слабо изрезанная. Непосредственно в водохранилище впадают небольшие реки Саразак и Биргильда. Водоем мелководный: глубины до 4 м занимают 47 % его площади. Область больших глубин находится в приплотинном участке. Грунты представлены черноземными почвами. Лишь в русловой части и на старицах преобладают песчаные илы. Растительность на водосборе: редкие березовые колки и сосновый бор по правому берегу. Водохранилище находится в зоне интенсивного сельскохозяйственного освоения и в городской черте.

Общая биомасса фитопланктона в Шершневском водохранилище характеризует его как высокоэвтрофное (см. табл. 4). По средним за вегетационный период значениям биомассы доминируют обычно зеленые, редко — диатомовые водоросли. Обнаружено всего 313 таксонов. По количеству видов преобладают зеленые (131 таксон) и диатомовые (111 таксонов) водоросли. Значительно меньше синезеленых (39 таксонов), эвгленовых (20 таксонов), пиропитовых (4 таксона), золотистых (6 таксонов) и желтозеленых (2 таксона). В зависимости от климатических условий сезона и расположения станций по акватории водохранилища наблюдается два — четыре максимума биомассы фитопланктона (рис. 4). Весной и осенью преобладают диатомовые, летом — зеленые, редко — диатомовые и еще реже — синезеленые водоросли. «Цветение» синезеленых происходит ежегодно, при особо благоприятных погодных условиях бывает высокоинтенсивным и длительным (с июня по сентябрь). В пятнах «цветения» под влиянием ветровых нагонов биомасса синезеленых возрастает до 5,4 г/м³. Основные виды: *Melosira granulata*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella* sp., *Dictyosphaeri-*

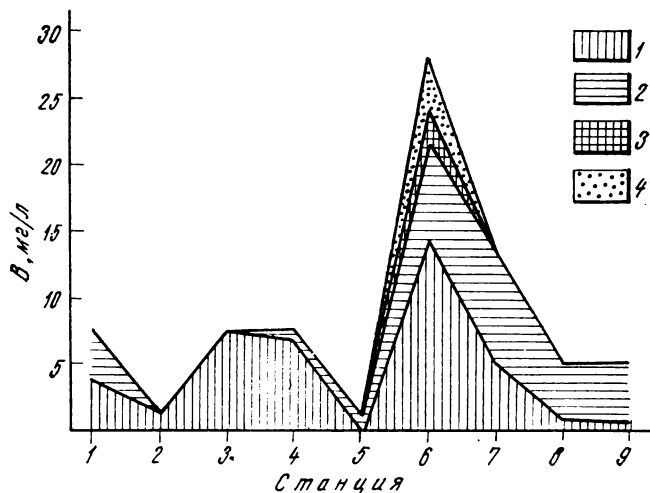


Рис. 3. Распределение фитопланктона в водохранилищах р. Миасс 14 августа 1979 г.
1 — диатомовые, 2 — зеленые, 3 — эвгленовые, 4 — пиррофитовые.

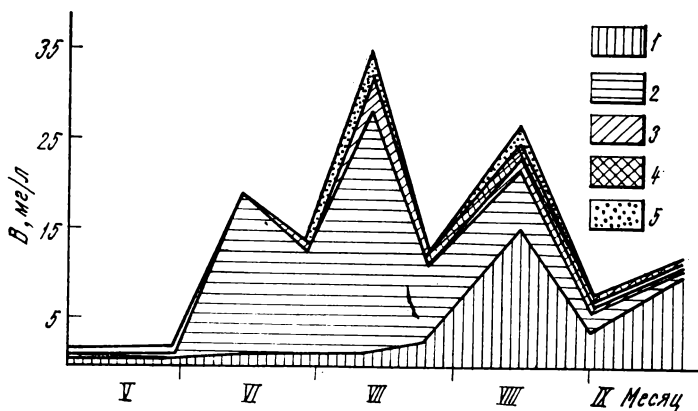


Рис. 4. Динамика биомассы фитопланктона в Шершнековском водохранилище (станция 6, 1979 г.).
1 — диатомовые, 2 — зеленые, 3 — синезеленые, 4 — эвгленовые, 5 — пиррофитовые.

Таблица 5

Коэффициенты корреляции между фитопланктоном и некоторыми факторами среды в Аргазинском (А) и Шершневском (Б) водохранилищах

Биомасса водорослей	А		Б		
	$N_{NH_4^+}$	$N_{мин}$	T°, C	$R, ч$	$P_{мин}$
Общая	0,51	—	0,50	—	0,41
Диатомовых	0,50	—	—	0,45	—
Зеленых	—	0,48	0,50	—	0,47
Синезеленых	—	—	0,36	—	0,35

Таблица 6

Межгодовые изменения биомассы синезеленых водорослей в зависимости от температуры воздуха

Год	Среднелетние температуры воздуха, $^{\circ}C$	Среднесезонная биомасса синезеленых водорослей, мг/л	Преобладающая группа водорослей
1974	18	1,5	Зеленые
1979	16	0,5	»
1980	15	0,2	Диатомовые
1981	20	5,5	Синезеленые

Таблица 7

Влияние температуры ($t^{\circ}C$), освещенности (R) и биогенных элементов на формирование биомассы фитопланктона Шершневского водохранилища

Месяц	Группа водорослей			
	Общая	Диатомовые	Зеленые	Синезеленые
Май	$t^{\circ}C, -P_{мин}, -N_{NO_3}, P_{общ}$	$N_{NO_3}, -P_{мин}$	$t^{\circ}C, R, -P_{мин}$	—
Июнь	$R, -P_{общ}$	$R, N_{мин}$	$-P_{общ}, -P_{мин}, R, -N/P_{мин}$	$R, N/P_{мин}, N_{мин}, N_{H_4^+}$
Июль	$t^{\circ}C, -N/P_{мин}, P_{мин}$	R	$P_{мин}, R, -N/P_{мин}$	$t^{\circ}C, R$
Август	$N_{NH_4^+}, N_{общ}$	$N_{общ}, -R$	$N_{NH_4^+}$	$N_{NH_4^+}$
Сентябрь	$P_{мин}, -N_{NH_4^+}$	$-N/P_{общ}$	$-N/P_{общ}, -N/P_{мин}$	$-N/P_{общ}$

Примечание. R — продолжительность солнечного сияния за пять предыдущих дней, «—» — обратная зависимость.

um pulchellum, *Rediastrum duplex*, *Scenedesmus quadricauda*, *Aphanizomenon flos-aguae*, *Microcystis aeruginosa*, *Gomphosphaeria lacustris*.

Значительное увеличение численности фитопланктона произошло в 1974—1975 гг., когда водохранилище было наполнено до проектной отметки после реконструкции плотины. Сочетание благоприятных погодных условий (жаркие маловодные годы) с трофическими (выход биогенных элементов из затопленных угодий) обусловило максимальную биомассу, в особенности зеленых хлорококковых водорослей. В 1976—1977 гг. во время «цветения» даже появились помехи в работе очистных сооружений водопровода: были забиты скорые фильтры и обнаружился запах в питьевой воде. В последующие годы общая биомасса фитопланктона уменьшилась. Максимальное развитие диатомовых водорослей отмечалось в 1980 г., а синезеленых — в 1981 г., что связано главным образом с климатическими особенностями этих лет (табл. 6).

Распределение фитопланктона по акватории неравномерное (см. рис. 3). В водохранилище по сравнению с рекой биомасса возрастает. Максимальное ее количество наблюдается в верхнем мелководном участке (станция 6) при наполнении водоема до НПУ или в среднем озеровидном (станция 7) при сработке уровня. В приплотинном (станция 8) биомасса снижается. При прохождении через водохранилище биомасса всех групп фитопланктона в р. Миасс возрастает (станция 9), происходит перераспределение видов в доминирующем комплексе.

В Шершневском водохранилище биомасса водорослей достоверно коррелирует с температурой (см. табл. 5) воды и содержанием в ней соединений фосфора (зеленые и синезеленые), а также с продолжительностью солнечного сияния (диатомовые). Связь с водообменом и содержанием в воде азота отсутствует. Установлены оптимальные значения для фитопланктона некоторых параметров среды. Так, для диатомовых водорослей оптимальная температура воды весной 12—13°C, а осенью 13—16°C, среднелетняя температура воздуха 15°C, продолжительность солнечного сияния 21 ч за 5 сут. Для зеленых водорослей оптимальная температура воды 22—24°C, среднелетняя температура воздуха 16—18°C, содержание в воде минерального фосфора 0,13—0,35 мг/л. Для синезеленых водорослей оптимальная температура воды 25—27°C, среднелетняя температура воздуха 20°C, содержание минерального фосфора в воде 0,20—0,27 мг/л. Установлено, что степень взаимодействия фитопланктона с факторами среды меняется на протяжении вегетационного периода (табл. 7). Регрессионные уравнения в линейной форме имеют следующий вид:

$$B_{\text{диат}} = -0,28 R + 17,87,$$

$$B_{\text{зел}} = 0,93 t^{\circ}\text{C} + 27,37 P_{\text{мин}} - 12,33,$$

$$B_{\text{синезел}} = 0,59 t^{\circ}\text{C} + 10,73 P_{\text{мин}} + 14,34 N_{\text{NO}_3} - 11,59.$$

В результате исследований установлено, что «цветению» Шершневого водохранилища способствует комплекс факторов: замедленный водообмен и повышенное содержание в воде биогенных элементов (преимущественно фосфора). Основные источники последнего — поверхностный сток с сельхозугодий и в отдельные периоды — затопленные грунты, наиболее плодородные в условиях лесостепной зоны. Кроме того, расположение в каскаде обеспечивает дополнительное поступление органического вещества из лежащего выше Аргазинского водохранилища. Морфометрические особенности водоема — невысокие коэффициенты емкости (0,3) и открытости (9) — способствуют хорошей прогреваемости толщи воды и ослаблению ветрового воздействия.

Таким образом, за период исследований выявлены факторы, способствующие «цветению» воды в водохранилищах р. Миасс: это замедленный водообмен, повышенное содержание биогенных элементов, благоприятные морфометрические параметры (в Шершневском) и в отдельные сезоны — температурный режим. Особенности динамики, состава и распределения фитопланктона определяются совместным действием факторов и различным их сочетанием.

С. А. ТРЕТЬЯКОВА

ФИТОПЛАНКТОН КАМСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

В первые годы после заполнения Камского водохранилища формирование планктона в нем изучал С. Н. Уломский [12, 13]. В 1955—1957 гг. главная роль в фитопланктоне всего водоема принадлежала диатомовым водорослям, в 1959 г. они сохранили численное превосходство только в верхнем участке, а в центральной и приплотинной частях господствующее положение заняли синезеленые. Данные о современном состоянии фитопланктона Камского и Воткинского водохранилищ приведены в ряде работ [2, 3, 5, 9, 10, 11]. Фитопланктон водохранилищ по-прежнему остается диатомовым, летом возрастает роль синезеленых, которые на отдельных участках достигают степени слабого «цветения» воды. Дана оценка качества воды камских водохранилищ по фитопланктону [1, 8], где они характеризуются как β -мезосапробные водоемы.

Исследование фитопланктона мы проводили в Камском водохранилище в 1980, 1983, 1985 гг. в I (верхнем), II (среднем), III (нижнем) районах [6] и в заливах Обвинском, Иньвинском, Косьвинском. В Воткинском водохранилище в 1981 г. обследованы I (верхний), II (средний), III (нижний) районы [7] и заливы Очерский, Тулвинский, Сайгатский. В 1982 г. в Воткинском водохранилище обследовали мелководья по заливам Першинскому, Очерскому, Тулвинскому, Калиновскому и заостровные Частинское, Галевское. В 1980—1982 гг. и в 1985 г. исследования проводили в течение всего вегетационного периода (май-июнь, июль, сентябрь-октябрь), а в 1983 г. только в июле.

Отбор проб осуществляли 1,5-литровым батометром Рутнера, во всем слое воды от поверхности до дна. Интегрированную пробу 0,5 л фиксировали 40 % формалином. Пробы концентрировали до 5 мл методом фильтрации через фильтр № 6. Обработку проводили в камере Горяева по общепринятой методике [4].

Камское водохранилище. Флористический состав водорослей Камского водохранилища представлен 396 видами и разновидностями, из них синезеленых 25, золотистых 29, диатомовых 143, пиррофитовых 15, эвгленовых 28, зеленых 156.

Таблица 1

Сезонная динамика фитопланктона Камского водохранилища в 1980 г.

Район водохранилища	Сезон	Синезеленые	Диатомовые	Весь состав
I	Весна	0,09	0,2	0,4
		0	0,26	0,31
		2,4	4,2	7,1
	Лето	0,2	2,27	2,56
		0,2	0,6	0,8
	Осень	0	0,4	0,46
II	Весна	0,05	2,9	3,2
		0	1,53	1,56
		24,5	4,2	29,9
	Лето	2,34	2,76	5,50
		0,5	4,7	5,6
	Осень	0,03	2,64	2,69
III	Весна	—	0,5	0,6
			0,26	0,27
		17,9	0,7	23,5
	Лето	1,76	0,76	2,62
		1,7	1,3	3,2
	Осень	0,25	0,83	1,04
Всего по водохрани- лищу	Весна	0,05	1,2	1,4
		0	0,68	0,61
		14,9	3,0	20,2
	Лето	1,43	1,93	3,59
		0,8	2,2	3,2
	Осень	0,09	1,29	1,40
	За год	5,3	2,1	8,3
		0,51	1,30	1,90

Примечание. Здесь и в табл. 2—7 в числителе — численность, млн кл/л, в знаменателе — биомасса, г/м³.

Весной, в конце мая-июне (температура воды 11—16°C), основной фон фитопланктона (73—98 % биомассы) во всех районах водохранилища создавали диатомовые (табл. 1, 2), главным образом, г/м³: *Melosira italica* (Ehr.) Kutz. (0,2—2,0), *M. italica subsp. subarctica* O. Mull. (0,1—1,2), *M. islandica* O. Mull. (0,2—1,6), *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. (0,1—0,7). Численность и биомасса других группы водорослей в этот период

Таблица 2

Сезонная динамика фитопланктона Камского водохранилища в 1985 г.

Район водохранилища	Сезон	Синезе- леные	Диато- мовые	Пирофитовые	Весь состав
I	Весна	0,01	0,7	0,1	1,0
		0	0,97	0,27	1,33
	Лето	0,9	2,3	0,3	4,6
		0,12	1,57	0,86	2,86
	Осень	0,1	0,7	0,07	1,1
		0	0,61	0,18	0,86
II	Весна	0,02	4,5	0,3	5,0
		0	2,69	0,85	3,67
	Лето	25,7	2,8	0,2	28,8
		2,05	3,46	0,78	6,31
	Осень	30,3	5,1	0,09	35,7
		2,17	4,23	0,25	6,68
III	Весна	0,02	3,5	0,2	3,8
		0	2,54	0,32	2,96
	Лето	5,0	2,5	0,4	8,6
		0,44	4,51	0,85	5,91
	Осень	7,6	0,4	0,1	8,2
		0,54	0,63	0,39	1,59
Всего по водо- хранилищу	Весна	0,01	2,9	0,2	3,3
		0	2,07	0,48	2,65
	Лето	10,7	2,5	0,3	14,0
		0,87	3,18	0,83	5,03
	Осень	12,7	2,1	0,09	15,0
		0,9	1,82	0,27	3,04
	За год	7,8	2,5	0,2	10,8
		0,59	2,36	0,53	3,57

невелики. Только в 1985 г. по всей акватории водоема отмечена вегетация пирофитовых водорослей (преимущественно рода *Cryptomonas*, см. табл. 2), численность которых составила 6 % от общей, а биомасса достигла 0,27—0,85 г/м³. Общая биомасса фитопланктона весной колебалась в верхнем районе в пределах 0,3—1,3, в среднем 1,6—3,7 и в нижнем 0,3—3,0 г/м³.

Летом, в июле (температура воды 17—27 °С), наблюдался подъем численности и биомассы всех групп водорослей. Диато-

Таблица 3

Численность и биомасса фитопланктона Камского водохранилища
летом 1983 г.

Район водохранилища	Синезеленые	Дiatомовые	Пирифитовые	Весь состав
I	8,2	1,7	0,1	11,4
	0,28	1,08	0,37	2,37
	1,2	0,6	0,5	3,3
II	0,05	1,62	3,11	6,70
	0,9	0,2	0,2	1,6
III	0	0,25	0,26	0,97
Всего по водохрани- лищу	3,4	0,8	0,3	5,5
	0,11	0,98	1,25	3,35

мовые продолжали доминировать по биомассе в верхнем районе водохранилища, а в 1985 г. по всей акватории (см. табл. 2). Преобладали среди них, г/м³: *M. italica* (0,3—2,1), *M. islandica* (0,2—1,8), *M. granulata* (Ehr.) Ralfs (0,6—4,9). Значительного количества в среднем и нижнем районах достигали синезеленые водоросли: в 1980 г. 24,5—17,9, в 1985 г. 25,7—5,5 млн кл/л соответственно. Биомасса их, определяемая развитием *Aphanisomenon flos-aquae* (L.) Ralfs, составляла в среднем районе около 2, в нижнем 0,4—1,8, достигая на отдельных станциях 4,0 г/м³. В последние годы по всей акватории водохранилища усилилась вегетация пирифитовых водорослей (см. табл. 2, 3). Их доля в общей численности фитопланктона невелика. Биомасса пирифитовых в 1983 г. достигала максимальных значений в среднем районе — 3,1 г/м³ (46 % общей биомассы) — за счет *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Bergh. На отдельных станциях их биомасса составляла 6,9 г/м³. В 1985 г. развитие пирифитовых по всему водохранилищу находилось примерно на уровне 0,8—0,9 г/м³, что составляло 12—30 % общей биомассы. Их вегетация была обусловлена преимущественно развитием водорослей из рода *Cryptomonas*, биомасса которых на некоторых станциях нижнего района 1,48 г/м³. В верхнем районе в сложении биомассы пирифитовых принимали участие виды рода *Glenodinium*. Из других групп в летний период следует отметить эвгленовые водоросли, которые в 1983 г. встречались во всех районах водохранилища. Хотя численность их невелика (1—16 % общей), но биомасса (0,4—1,6 г/м³) составляет 21—24 % общей биомассы альгофлоры. Летом общая биомасса фитопланктона в верхнем районе достигала 2,4—2,9, в среднем 5,5—6,7, в нижнем 1,0—5,9 г/м³.

Таблица 4

Сезонная динамика фитопланктона заливов Камского водохранилища в 1980 г.

Залив	Сезон	Сине-зеленые	Диатомовые	Пирофитовые	Весь состав
Обвинский	Весна	1,0	2,0	—	3,1
		0	1,34	—	1,36
	Лето	19,5	1,0	0,01	21,5
		1,99	0,78	0,46	3,60
	Осень	9,4	0,8	0,02	10,3
		0,91	1,42	0,01	2,37
	За год	10,0	1,3	0,01	11,6
		0,97	1,18	0,16	2,44
Иньвинский	Весна	—	13,3	—	13,6
		—	7,72	—	7,78
	Лето	8,2	23,8	—	37,2
		1,39	16,83	—	19,71
	Осень	0,8	1,7	0,05	2,0
		0,08	1,19	0,08	1,43
	За год	3,0	13,0	0,02	17,9
		0,49	8,58	0,03	9,64
Косьвинский	Весна	0,1	0,8	—	1,0
		0	0,38	—	0,42
	Лето	0,5	0,5	—	1,4
		0,05	0,41	—	0,64
	Осень	0,3	0,7	—	1,1
		0,01	0,41	—	0,43
	За год	0,3	0,7	—	1,2
		0,02	0,40	—	0,50

Осенью, в конце сентября — начале октября, с понижением температуры воды до 5—12 °С в водохранилище преобладали диатомовые водоросли (40—98 % биомассы), преимущественно *M. italica* (0,02—6,0 г/м³). Наряду с ними в 1985 г. продолжалась вегетация синезеленых, их биомасса в среднем и нижнем районах водохранилища превышала уровень летней (см. табл. 2), составляя 32—34 % от общей биомассы водорослей, и определялась развитием *A. flos-aquae*, который на отдельных станциях среднего района достигал 6,4 г/м³. Незначительно вегетировали пирофитовые (0,2—0,4 г/м³), в основном криптомонады. Общая биомасса фитопланктона осенью в верхнем районе

Таблица 5

Численность и биомасса фитопланктона заливов Камского водохранилища летом 1983 и 1985 гг.

Год	Залив	Сине-зеленые	Диатомовые	Пирофитовые	Весь состав
1983	Обвинский	52,0	1,0	0,7	54,8
		5,01	0,80	16,55	23,45
	Иньвинский	248,6	0,2	1,0	251,3
		24,31	0,19	13,16	39,88
	Косьвинский	1,0	0,8	0,05	2,5
		0	0,77	0,41	1,30
1985	Обвинский	72,7	4,9	0,7	78,9
		6,69	7,57	2,32	16,69
	Иньвинский	18,4	1,5	0,4	20,7
		1,69	2,55	0,48	4,78
	Косьвинский	2,1	3,7	0,3	6,6
		0,11	2,37	0,44	3,16

колебалась в пределах 0,5—0,9, среднем 2,7—6,7, нижнем 1,0—1,6 г/м³.

В мелководной зоне Камского водохранилища обследованы Обвинский, Иньвинский и Косьвинский заливы. Весной во всех заливах господствовали диатомовые водоросли (табл. 4), создавая более 90 % биомассы фитопланктона. Доминировала среди диатомей *M. italica* (0,34—3,60 г/м³). Летом в Обвинском заливе возросла роль синезеленых и пирофитовых (см. табл. 4, 5). Из синезеленых это *A. flos-aquae*, из пирофитовых *C. hirundinella*, биомасса которых максимальных значений достигла в прибрежье залива в 1983 г. (21,3 и 99,2 г/м³ соответственно). В Иньвинском заливе летом 1980 и 1985 гг. преобладали диатомовые водоросли: *M. italica* (2,0—10,0) и *M. islandica* (2,5 г/м³). В 1983 г. ведущее положение занимали синезеленые и пирофитовые. Из синезеленых по всему заливу развивался *A. flos-aquae* с биомассой 16,3—32,7 г/м³. Сопутствующим видом выступал *C. hirundinella* (6,5—20,2 г/м³). В Косьвинском заливе летом преобладали диатомовые (59—75 % биомассы): в 1980, 1983 гг. это в основном *Asterionella formosa* Hass. (0,1—0,3) и *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kutz. (0,4—1,0), в 1985 г.—виды рода *Melosira* (0,4—4,1 г/м³). Сопутствовали диатомовым в 1983 г. пирофитовые водоросли, главным образом *C. hirundinella*. Осенью в заливах водохранилища, как и весной, главенствовали диатомовые (60—95 % биомассы). В Обвинском заливе это

преимущественно виды рода *Cyclotella* (1,85), в Иньвинском и Косьвинском — *M. italica* (0,3—0,9 г/м³). Синезеленые водоросли отмечены в Обвинском заливе, где их биомасса достигала 0,9 г/м³.

Таким образом, в течение всего периода наблюдений максимальных значений биомасса фитопланктона достигала в среднем районе водохранилища. По всей акватории господствовали диатомовые (24—98 % биомассы). В среднем и нижнем районах, особенно летом и осенью, им сопутствовали синезеленые (1,0—67) и пиррофитовые (1—46 % биомассы). Увеличение роли пиррофитовых водорослей, особенно криптононад, в общей биомассе фитопланктона в последние годы может свидетельствовать об антропогенном эвтрофировании водоема. Средневзвешенная биомасса фитопланктона по всему водохранилищу в 1980 г. составила 1,9, в 1985 г. 3,6 г/м³. В мелководной зоне наибольшей биомассой фитопланктона отличались Обвинский и Иньвинский заливы, минимальная присуща Косьвинскому. Весной и осенью во всех заливах главенствовали диатомовые (60—99 % биомассы). Летом, особенно в 1983 г., в Обвинском и Иньвинском заливах первенствовали синезеленые и пиррофитовые водоросли. Эти заливы в настоящее время продолжают оставаться основными поставщиками синезеленых водорослей в водохранилище.

Воткинское водохранилище. В фитопланктоне Воткинского водохранилища определен 301 таксон водорослей: синезеленых 23, золотистых 15, диатомовых 111, пиррофитовых 11, эвгленовых 20, зеленых 121.

Весной, в начале июня (температура воды 11—14°C), по всей акватории водоема обильно вегетировали диатомовые, доля которых в общей биомассе фитопланктона составляла 92—97 % (табл. 6). Диатомовые представлены в основном *M. italica* (0,2—1,1), которой сопутствовали виды рода *Stephanodiscus* (0,2—1,8 г/м³). Развитие альгофлоры весной по всей акватории водохранилища находилось примерно на одном уровне, с незначительным повышением в нижнем районе (см. табл. 6).

Летом, в июле (температура воды 20—22°C), в верхнем и среднем районах по биомассе продолжали преобладать диатомовые (41—71 %), главным образом *M. italica*, *Cyclotella meneghiniana* Kutz, *Surirella capronii* Breb. Сопутствовали им пиррофитовые (0,1—0,2), преимущественно криптоноады и *Peridinium* sp., и золотистые водоросли (0,1—0,3 г/м³). Синезеленые по численности составляли 58—67 %, однако биомасса их не играла роли в общей биомассе фитопланктона (см. табл. 6). В нижнем районе водохранилища доминировали синезеленые водоросли (63,8 млн кл/л и 6,2 г/м³), в основном *A. flos-aquae*, биомасса которого в прибрежье, в месте ветрового сгона, достигала 37 г/м³. Общие численность и биомасса фитопланктона увеличивались от верховья к нижнему району,

Таблица 6

Сезонная динамика фитопланктона Воткинского водохранилища в 1981 г.

Район водохранилища	Сезон	Синезеленые	Диатомовые	Весь состав
I	Весна	0,3	2,0	2,5
		0,02	1,19	1,29
	Лето	1,5	0,4	2,3
		0	0,20	0,49
	Осень	3,8	0,3	4,4
		0,29	0,51	0,90
II	Весна	0,2	2,0	2,4
		0	1,14	1,19
	Лето	2,9	1,1	5,1
		0,06	1,20	1,70
	Осень	5,7	0,8	7,6
		0,49	0,72	1,59
III	Весна	0,1	2,6	2,8
		0	1,38	1,43
	Лето	63,8	0,2	65,3
		6,24	0,51	7,75
	Осень	4,5	1,5	6,4
		0,39	1,82	2,37
Всего по водохрани- лищу	Весна	0,2	2,2	2,6
		0,01	1,24	1,30
	Лето	22,7	0,6	24,2
		2,10	0,64	3,31
	Осень	4,7	0,9	6,1
		0,39	1,02	1,62
	За год	9,2	1,2	11,0
		0,83	0,97	2,10

где и достигали максимальных значений (65,3 млн кл/л и 7,8 г/м³).

Осенью, в начале октября (температура воды 8—10°C), в водоеме довольно высока доля синезеленых водорослей (70—80 % численности и 16—32 % биомассы), которые на отдельных станциях достигали 1,1 г/м³. Однако ведущая роль в биомассе принадлежит диатомовым (45—77 %), преимущественно видам родов *Melosira*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*. Остальные группы водорослей не имели большого значения. Максимальная общая

Таблица 7

Сезонная динамика фитопланктона заливов Воткинского водохранилища в 1981 г.

Залив	Сезон	Синезеленые	Диатомовые	Весь состав
Очерский	Весна	—	<u>4,8</u>	<u>5,6</u>
			4,27	4,88
	Лето	<u>31,0</u>	<u>13,1</u>	<u>52,2</u>
		3,41	8,45	15,67
	Осень	<u>3,2</u>	<u>14,6</u>	<u>20,4</u>
		0,01	9,14	9,82
Тулвинский	За год	<u>11,4</u>	<u>10,8</u>	<u>26,1</u>
		1,14	7,29	10,12
	Весна	<u>0,4</u>	<u>5,7</u>	<u>6,3</u>
		0	4,22	4,39
	Лето	<u>4,0</u>	<u>2,8</u>	<u>8,2</u>
		0,31	1,61	2,13
	Осень	<u>1,9</u>	<u>1,1</u>	<u>3,3</u>
		0,16	0,89	1,20
Сайгатский	За год	<u>2,1</u>	<u>3,2</u>	<u>5,9</u>
		0,16	2,24	2,57
	Весна	<u>0,5</u>	<u>8,3</u>	<u>9,1</u>
		0,03	6,04	6,18
	Лето	—	<u>15,0</u>	<u>15,5</u>
			8,84	9,03
	Осень	<u>0,8</u>	<u>0,6</u>	<u>1,5</u>
		0,04	0,48	0,56
	За год	<u>0,4</u>	<u>8,0</u>	<u>8,7</u>
		0,02	5,12	5,26

биомасса фитопланктона — в нижнем районе водохранилища (2,4 г/м³).

В мелководной зоне Воткинского водохранилища весной основную массу фитопланктона составляли диатомовые (88—98 %), преимущественно *M. italica* (0,4—22,8), которой сопутствовали виды *Stephanodiscus* (0,4—1,8) и *Asterionella gracillima* (Hantzsch) Heib. (0,2—13,0 г/м³). Исключением является Очерский залив, где главная роль принадлежала видам рода *Stephanodiscus* (2,0—10,5), и Сайгатский залив, где доминировала *A. formosa* (4,0 г/м³). Количественное развитие других таксономических групп водорослей в этот период незначительно. Сле-

Сезонная динамика биомассы фитопланктона мелководий Воткинского водохранилища в 1982 г., г/м³

Мелководье	Сезон	Сине-зеленые	Золотистые	Диатомовые	Пиррофитовые	Эвгленовые	Зеленые	Всего
Першинское	Весна	0,03	0,11	9,97	0,03	0,17	1,04	11,34
	Лето	0,02	0,42	1,60	0,25	0,04	0,09	2,43
	Осень	0,26	0,48	6,01	0,02	0,29	0,75	7,81
	За год	0,10	0,33	5,86	0,10	0,17	0,63	7,19
Очерское	Весна	0,25	0,07	9,96	—	0,50	0,16	10,94
	Лето	0,67	0,07	3,23	1,34	1,80	0,70	7,81
	Осень	0,03	0,03	0,87	—	0,17	0,26	1,36
	За год	0,32	0,06	4,69	0,45	0,82	0,37	6,70
Тулвинское	Весна	0,01	0,04	5,20	—	0,02	0,04	5,31
	Лето	0,09	0,07	3,52	0,07	0,15	0,24	4,14
	Осень	0,01	0,01	1,56	0,02	0,02	0,11	1,73
	За год	0,04	0,04	3,43	0,03	0,06	0,13	3,73
Калиновское	Весна	0,01	0,04	5,27	—	0,04	0,07	5,43
	Лето	0,52	0,08	1,41	0,05	0,01	0,53	2,60
	Осень	0	0,17	0,16	0,06	0,01	0,02	0,42
	За год	0,18	0,10	2,28	0,04	0,02	0,21	2,83
Частинское	Весна	0,25	0,06	25,33	0,02	0,10	0,46	26,22
	Лето	0,17	0,39	2,68	0,26	0,01	0,11	3,62
	За год	0,21	0,23	14,0	0,14	0,06	0,29	14,92
Галевское	Весна	0,01	0,18	4,59	0,12	0,02	0,05	4,97
	Лето	0,01	1,09	1,40	0,17	0,14	0,07	2,88
	За год	0,01	0,64	3,0	0,15	0,08	0,06	3,94

дует отметить только развитие эвгленовых водорослей в Очерском заливе (4—7 % биомассы) как результат выноса большого количества органического вещества в водоем, и зеленых водорослей на Першинском мелководье (1,0 г/м³). В 1981 г. максимальная биомасса водорослей присуща Сайгатскому заливу (табл. 7). В 1982 г. весной на всех мелководьях зарегистрированы максимальные биомассы фитопланктона за весь вегетационный период. Самые высокие показатели отмечены на Частинском мелководье — 26,2 г/м³ (табл. 8).

Летом 1981 г. общее обилие водорослей в Очерском и Сайгатском заливах выросло по сравнению с весной, а летом 1982 г.

на всех мелководьях отмечено снижение биомассы фитопланктона, что связано с уменьшением массы диатомовых (см. табл. 8). Однако в 1981 и 1982 гг. они по-прежнему играли ведущую роль в общей биомассе водорослей (41—98 %), особенно *M. italica*, сохранившая за собой лидирующее положение. Ее биомасса в Сайгатском заливе достигала 8,4 г/м³. Летом возросла доля синезеленых водорослей, особенно в Очерском и Калиновском заливах. Биомасса их в Калиновском заливе полностью определялась развитием *A. flos-aquae*, в Очерском наряду с ним вегетировали *Anabaena* sp. и *Lyngbia limnetica* Lemm. (см. табл. 7, 8). В Очерском заливе по сравнению с другими мелководьями преимущественное развитие по биомассе получали зеленые (9), эвгленовые (8—23) и пиррофитовые (7—17 %) водоросли. Таким образом, летом наиболее продуктивен по фитопланктону Очерский залив (см. табл. 7, 8).

Осенью количество водорослей на мелководьях значительно снизилось, исключая Першинское, где в результате вегетации диатомовых общая биомасса фитопланктона превысила летнюю (см. табл. 8). Основу биомассы на всех мелководьях составляли диатомовые (50—93 %). Комплекс руководящих видов диатомей в целом по сравнению с весной и летом не изменился, следует отметить превалирование видов рода *Stephanodiscus* над *M. italica* на Очерском и Першинском мелководьях.

Следовательно, в 1981 г. в центральной части Воткинского водохранилища доминировали диатомовые водоросли (41—97 % биомассы). Летом в верхнем и среднем районах им сопутствовали пиррофитовые (26—9) и золотистые (20), а в нижнем доминирование переходило к синезеленым (81 %). Максимальная биомасса фитопланктона за весь период вегетации была в нижнем районе. Средневзвешенная биомасса водорослей по водохранилищу в 1981 г. составила 2,1 г/м³. В мелководной зоне основной фон во все сезоны определяли диатомовые водоросли (41—98 % биомассы). В летний период в Очерском и Калиновском заливах возросла доля синезеленых, а в Очерском — и других групп водорослей.

Таким образом, в составе фитопланктона водохранилищ камского каскада определен 481 таксон водорослей. Наиболее разнообразно представлен тип зеленых водорослей, составляющих около 40 % общего числа таксонов, и диатомовых — 37 %. Коэффициент видового сходства (по Серенсену) Камского и Воткинского водохранилищ выше среднего 0,62. Уровень развития фитопланктона в водохранилищах определялся вегетацией диатомовых водорослей, составлявших 24—98 % биомассы. Летом им сопутствовали синезеленые и пиррофитовые, а в Воткинском водохранилище к ним присоединялись золотистые. Максимальные биомассы фитопланктона за весь период наблюдений отмечены в Камском водохранилище в среднем районе, в Воткинском — в нижнем. Средневегетационная биомасса водо-

рослей камских водохранилищ в разные годы изменялась от 1,9 до 3,6 г/м³. В мелководной зоне, как и в глубоководной, уровень развития фитопланктона определялся диатомовыми водорослями (41—99 % биомассы). В летний период увеличивалась доля синезеленых и пиррофитовых, особенно на мелководных Камского водохранилища. Наиболее продуктивны по фитопланктону Обвинский и Иньвинский заливы Камского водохранилища и Очерский залив Воткинского водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балонов И. М., Третьякова С. А. Оценка качества воды Камского водохранилища по фитопланктону // Материалы конференции молодых ученых «Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья». Казань. 1980. С. 62—65.
2. Балонов И. М., Третьякова С. А. Прогноз изменения развития фитопланктона под влиянием Добрянской ГРЭС // Ботанические исследования на Урале. Свердловск, 1986. С. 4.
3. Головачева С. И. Фитопланктон Воткинского водохранилища в 1975 г. // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное использование. Пермь, 1983. Ч. 1. С. 25—27.
4. Кузьмин Г. В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. С. 73—87.
5. Кузьмин Г. В., Охалкин А. Г. Фитопланктон р. Камы в летнюю межень 1975 г. Биология внутренних вод: Информ. бюл. 1977. № 36. С. 45—49.
6. Матарзин Ю. М., Богословский Б. Б., Мацкевич И. К. Специфика водохранилищ и их морфометрия: Уч. пособие. Пермь. 1977. 65 с.
7. Матарзин Ю. М., Мацкевич И. К. Вопросы морфометрии и районирования водохранилищ // Вопросы формирования водохранилищ и их влияния на природу и хозяйство. Пермь, 1970. Вып. 1. С. 27—45.
8. Охалкин А. Г., Кузьмин Г. В. Сапробность вод Волги и Камы // Биология внутренних вод: Информ. бюл. 1977. № 36. С. 49—52.
9. Третьякова С. А. Состояние фитопланктона Камского водохранилища весной и летом 1980 г. // Человек и среда: Тез. докл. конф. молодых ученых. Пермь, 1981. С. 32—34.
10. Третьякова С. А. Фитопланктон краевых плесов Камского водохранилища в 1980 г. // Экология, человек и проблемы охраны природы: Тез. докл. конф. молодых ученых. Свердловск, 1983. С. 76.
11. Третьякова С. А., Агапова Г. А. Планктонные альгоценозы мелководной зоны Воткинского водохранилища // Тезисы докладов конференции молодых ученых. Свердловск, 1985. С. 62—63.
12. Уломский С. Н. О формировании планктона Камского (Пермского) водохранилища // Зоол. журн. 1959. Т. 38, вып. 1. С. 3—14.
13. Уломский С. Н. Материалы по формированию планктона Камского водохранилища (1955—1959 гг.) // Тр. Урал. отд-ния ГосНИОРХ. 1961. Т. V. С. 105—121.

Ф. Б. ШКУНДИНА

АЛЬГОФЛОРА НЕКОТОРЫХ ОЗЕР БАШКИРИИ

Состояние изученности альгофлоры водоемов БАССР

Первые сведения о водорослях Башкирии появились в работе Шелля [16], где дан список определенных на территории Уфимской и Оренбургской губерний 114 *Diatomea*, 11 *Desmidiaceae*, 9 *Zygnemataceae*, 7 *Palmellaceae*, 7 *Protococcaceae*, 2 *Siphonaceae*, 19 *Conferoideae*. Изучение состояния рыбного хозяйства Башкирии экспедицией Академии наук СССР [10] в 1929—1931 гг. потребовало анализа состояния кормовой базы. Однако при описании озер Башкирии приводились лишь немногочисленные сведения о массовых видах фитопланктона [9]. Так, преобладающей формой фитопланктона в оз. Миассово [10] летом были *Dinobryon (sertularia)* Ehrb. и *Melosira (granulata)* var. В оз. Аргазии зарегистрировано ежегодно наблюдаемое в конце июля и начале августа «цветение» воды. В августе 1928 г. оно вызывалось [9] *Anabaena spiroides* Kleb. Массы этой водоросли образовывали сплошные поля мутно-голубого цвета, которые разбивались ветром и в значительном количестве пригонялись к берегам. В 1941—1943 гг. украинскими альгологами под руководством профессора Я. В. Ролла было предпринято обследование оз. Кандры-Куль [13] и проведено санитарно-биологическое исследование р. Белой в районе г. Уфы [14]. Для изучения фитопланктона оз. Кандры-Куль в начале июля 1942 г. была взята одна проба литровой банкой. Выявлено 113 видов и разновидностей водорослей, доминирующие виды *Asterionella formosa* Hass., *Synedra acus* Kütz., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehrh. v. *amphirhynchus* (Ehr.) Grun, *Pseudosphaerocystis planktonica* Woronich. Значительного развития достигал и *Ceratium hirundinella*. Я. В. Ролл нашел в озере несколько редких видов: *Oocystis verrucosa* Roll., *Gloeocystis limneticus* Smith., *Pediastrum Pearsoni* G. S. West. Среди диатомей обнаружены виды-показатели слабого засоления воды. Изучение р. Белой [14] показало, что на всем опоясывающем г. Уфу протяжении р. Белая характеризуется высокой степенью сапробности. В сентябре 1941 г. доминировали *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs., *Chlamydomonas* sp. sp., род *Scenedesmus*, *Nitzschia acicularis*, *Diatom*

ma vulgare, *Melosira varians* и др. В октябре в р. Белой главным образом были представлены *Synedra acus* и *S. ulna*, в апреле — *Diatoma vulgare*, *Rhoicosphenia curvata*, *Navicula cryptocephala*, в мае — *Eudorina elegans*. В июне доминировали виды рода *Scenedesmus*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Coelastrum sphaericum*, *Synedra acus*, *S. ulna* и др., в августе — *Chlamydomonas* sp. sp., разнообразные *Scenedesmus* и *Coelastrum sphaericum*. С 1972 г. начаты исследования фитопланктона Павловского водохранилища и рек Уфы и Белой [7]. При изучении фитопланктона Павловского водохранилища в течение 1972—1976 гг. выявлено 398 видов, разновидностей и форм водорослей [1]. За период исследования максимум в развитии фитопланктона приходился на июль — август. В это время отмечалось «цветение» синезеленых и диатомовых водорослей.

Таким образом, при исследовании водоемов Башкирии в альгологическом отношении мало изученными оказались озера, в частности, крупнейшие Асли-Куль и Кандры-Куль, а также почти все средние и мелкие. Исследование альгофлоры этих водоемов становится особенно актуальным в связи с усиливающимся использованием их в целях рекреации и нарастающим антропогенным загрязнением.

Материал и методика сбора и обработки проб

Материалом для работы служили сборы водорослей, произведенные в озерах Кандры-Куль, Асли-Куль, Упкань-Куль, Большое и Святое. На Кандры-Куль отбор производили в 1978—1981 гг., на Асли-Куле — в июле 1980 г., на других озерах — в мае 1983 г. Отбирали планктонные пробы батометром типа Рутнера и Молчанова. Пробы объемом 0,5 л фиксировали 4 % раствором формалина и концентрировали общепринятым осадочным способом [3, 15] с последующим отцеживанием до 30 мл. Всего за период исследования собрано и обработано более 600 количественных проб фитопланктона.

Количественные пробы просчитывали в камере Нажотта объемом 0,01 см³. Для определения диатомей готовили постоянные препараты водорослей в среде Эльяшева [2]. Биомассу фитопланктона определяли общепринятым расчетным способом. Объемы водорослей приравнивали к объемам соответствующих геометрических фигур, удельный вес принимали равным 1. Измеряли не менее 100 экземпляров каждого вида.

Результаты и их обсуждение

Озеро Кандры-Куль. За период исследования с октября 1978 г. по октябрь 1981 г. 172 вида и разновидности водорослей были обнаружены более одного раза, из них: *Cyanophyta* 13, *Pyrrophyta* 10, *Chrysophyta* 3, *Euglenophyta* 8, *Xanthophyta* 1 вид,

Видовой состав фитопланктона оз. Кандры-Куль

Название вида	Год		
	1979	1980	1981
Cyanophyta			
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.	+	—	+
<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr.) Häg.	+	+	—
<i>Merismopedia major</i> (Smith) Geitl.	+	+	+
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz. emend.			
Elenk. f. <i>aeruginosa</i>	+	+	—
<i>M. pulverea</i> (Wood) Forti emend.			
Elenk. f. <i>pulverea</i>	+	+	+
<i>Gloeocapsa turgida</i> (Kütz.) Hollerb.			
emend. f. <i>turgida</i>	+	—	—
<i>Gloeocapsa minuta</i> (Kütz.) Hollerb.			
ampl. f. <i>minuta</i>	+	—	+
<i>Gomphosphaeria lacustris</i> Chod. f.			
<i>compacta</i> (Lemm.) Elenk.	+	+	+
<i>Nostoc</i> sp. sp.	+	—	+
<i>Nostoc punctiforme</i> (Kuetz.) Hariot.	+	+	+
<i>Phormidium molle</i> (Kütz.) Gom.	+	+	+
<i>Phormidium tenue</i> (Menegh.) Gom.	+	—	—
<i>Phormidium ambiguum</i> Gom.	+	+	+
Chrysophyta			
<i>Chrysoamoeba planctonica</i> Pasch.	+	+	+
<i>Dinobryon Korschikovii</i> Matv.	+	+	—
<i>D. divergens</i> Imh. var. <i>divergens</i>	+	+	+
Bacillariophyta			
<i>Melosira Binderana</i> Kütz.	+	—	—
<i>M. granulata</i> (Ehr.) Ralfs var. <i>granulata</i>	+	+	+
<i>Cyclotella comensis</i> Grun.	+	—	—
<i>C. comta</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>comta</i>	+	+	+
<i>Stephanodiscus dubius</i> (Friche) Hust.	+	+	—
<i>S. Hantzschii</i> Grun.	+	+	—
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zacharias	+	—	—
<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag. var. <i>elongatum</i>	+	+	—
<i>D. elongatum</i> (Lyngb.) Ag. var. <i>tenue</i> (Ag.) V. H.	+	+	—
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.	+	+	+
<i>F. capucina</i> Desm. var. <i>capucina</i>	+	—	—
<i>F. brevistriata</i> Grun.	+	+	+
<i>Synedra actinastroides</i> Lemm.	+	+	+
<i>S. ulna</i> (Nitzsch.) Ehr. var. <i>ulna</i>	+	+	+
<i>S. acus</i> Kütz. var. <i>acus</i>	+	+	+
<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehr. var. <i>placentula</i>	+	+	+
<i>Achnanthes gracillima</i> Hust.	+	—	—
<i>A. microcephala</i> (Kütz.) Grun.	+	—	—
<i>A. minutissima</i> Kütz.	+	+	+
<i>Mastogloia Smithii</i> Thw.	+	—	+
<i>M. Smithii</i> Thw. var. <i>amphicephala</i>	+	+	+
<i>Stauroneis anceps</i> Ehr. var. <i>anceps</i>	+	+	—
<i>S. anceps</i> Ehr. f. <i>gracilis</i> (Ehr.) Cl.	+	+	—

Название вида	Год		
	1979	1980	1981
<i>Navicula cuspidata</i> Kütz. var. <i>cuspidata</i>	+	—	—
<i>N. pupula</i> Kütz. var. <i>pupula</i>	+	—	—
<i>N. longirostris</i> Hust.	+	—	—
<i>N. cryptocephala</i> Kütz. var. <i>cryptocephala</i>	+	+	—
<i>N. hungarica</i> Grun. var. <i>capitata</i> Cl.	+	+	+
<i>N. cincta</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>cincta</i>	+	—	—
<i>N. radiosa</i> Kütz. var. <i>radiosa</i>	+	+	+
<i>N. menisculus</i> Schum. var. <i>menisculus</i>	+	—	—
<i>N. laterostrata</i> Hust.	+	—	—
<i>N. oblonga</i> Kütz.	+	+	—
<i>N. anglica</i> Ralfs. var. <i>anglica</i>	+	—	—
<i>N. placentula</i> (Ehr.) Grun. f. <i>placentula</i>	+	+	—
<i>N. exigua</i> (Greg.) O. Müll. var. <i>exigua</i>	+	+	+
<i>N. humerosa</i> Breb.	+	—	—
<i>N. pygmaea</i> Kütz.	+	+	—
<i>Navicula</i> sp. sp. 6/3	+	+	+
<i>Navicula</i> sp. sp. 9/6	+	—	—
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Mer.	+	+	—
<i>C. amphisbaena</i> (Bory) Cl.	+	+	+
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh. var. <i>acuminatum</i>	+	+	+
<i>Amphiprora paludosa</i> W. Sm.	+	+	+
<i>Amphora ovalis</i> Kütz. var. <i>ovalis</i>	+	+	+
<i>Cymbella microcephala</i> Grun.	+	+	+
<i>C. pusilla</i> Grun.	+	+	+
<i>C. turgida</i> (Greg.) Cl.	+	—	—
<i>C. ventricosa</i> Kütz. var. <i>ventricosa</i>	+	+	—
<i>C. tumidula</i> Grun.	+	+	—
<i>C. affinis</i> Kütz.	+	+	—
<i>C. cymbiformis</i> (Ag. Kütz.) V. H.	+	+	—
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. var. <i>olivaceum</i>	+	+	+
<i>Epithemia argus</i> Kütz. var. <i>argus</i>	+	+	—
<i>E. zebra</i> (Ehr.) Kütz. var. <i>zebra</i>	+	+	—
<i>E. sorex</i> Kütz. var. <i>sorex</i>	+	+	+
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll. var. <i>gibba</i>	+	+	+
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch.	—	—	+
<i>N. palea</i> (Kütz.) W. Sm. var. <i>palea</i>	+	—	—
<i>N. holsatica</i> Hust.	+	+	+
<i>N. sigmoidea</i> (Ehr.) W. Sm.	+	+	—
<i>N. vermicularis</i> (Kütz.) Grun.	+	+	+
<i>N. lorenziana</i> Grun.	+	—	—
<i>Cymatopleura solea</i> (Breb.) W. Sm. var. <i>solea</i>	+	+	+
<i>C. elliptica</i> (Breb.) W. Sm. var. <i>elliptica</i>	+	+	—
<i>Surirella turgida</i> W. Sm.	+	+	+
<i>Surirella Capronii</i> Breb.	+	—	—

Название вида	Год		
	1979	1980	1981
<i>Campylodiscus noricus</i> Ehr. var. <i>noricus</i>	—	+	+
Pyrophyta			
<i>Cryptomonas Ozolinii</i> Skuja	+	—	—
<i>Cr. tetrapyrenoidosa</i> Skuja f. <i>tetrapyrenoidosa</i>	+	+	—
<i>Cr. marssonii</i> Skuja	+	+	+
<i>Cr. ovata</i> Ehr.	+	+	+
<i>Gymnodinium fungiforme</i> (Aniss.)	+	+	+
<i>Glenodinium pulvisculus</i> (Ehr.) Stein.	+	+	+
<i>G. oculatum</i> Stein.	—	+	+
<i>G. penardii</i> Lemm.	—	+	—
<i>G. pygmaeum</i> (Lind.) Schiller.	+	+	+
<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.M.) Bergh.	+	+	+
Euglenophyta			
<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr. var. <i>volvocina</i>	+	+	+
<i>Euglena pisciformis</i> Klebs	+	+	+
<i>Lepocinclis Marssonii</i> Lemm. var. <i>marssonii</i>	+	—	—
<i>Phacus agilis</i> Skuja	+	+	+
<i>Ph. curvicauda</i> Swir.	+	—	+
<i>Ph. brevicaudatus</i> (Klebs) Lemm.	+	—	+
<i>Ph. caudatus</i> Hübner var. <i>caudatus</i>	+	+	—
<i>Phacus</i> sp. sp.			
Xanthophyta			
<i>Pleurochloris pyrenoidosa</i> Pasch.	+	+	+
Chlorophyta			
<i>Chlamydomonas globosa</i> Snow.	+	+	+
<i>Ch. incerta</i> Pasch.	+	—	—
<i>Ch. Kurenbergii</i> Gorosch.	+	—	—
<i>Ch. monadina</i> Stein	—	+	—
<i>Ch. vulgaris</i> Anach.	+	+	+
<i>Ch. cylindrica</i> Chodat.	+	—	—
<i>Gonium pectorale</i> Müll.	+	+	—
<i>Gonium sociale</i> Warm.	+	+	+
<i>Pandorina morum</i> (Müll.) Bory	+	+	—
<i>Siderocelis minutissima</i> (Korch.) Bourr.	+	—	—
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G. M. Smith	+	+	+
<i>Hypnomonas schizochlamys</i> Korschik.	+	—	—
<i>Radiosphaera sphaerica</i> (Korschik.) Fott.	+	+	+
<i>Glaucosphaeria vacuolata</i> Korschik.	+	+	+
<i>Chlorococcum dissectum</i> Korschik.	+	+	—
<i>Dictyococcus pseudovarians</i> Korschik.	+	+	—
<i>Tetraedron triangulare</i> Korschik.	+	+	—
<i>Schroederia nitzschoides</i> (West) Korch.	+	—	+
<i>Korschikoviella limnetica</i> (Lemm.) Silva	+	+	+
<i>Characium acuminatum</i> A. Br.	+	+	+

Название вида	Год		
	1979	1980	1981
<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chod.	+	+	+
<i>Sphaerocystis polycocca</i> Korschik.	+	+	+
<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	+	+	+
<i>Ch. mucosa</i> Korschik.	+	+	+
<i>Oocystis lacustris</i> Chod.	+	+	+
<i>O. submarina</i> Lagerh.	+	—	—
<i>O. marssonii</i> Lemm.	—	+	+
<i>O. parva</i> W. West, G. West	+	—	—
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerh.) Chod.	+	+	+
<i>Trochiscia aciculifera</i> (Lagerh.) Hansg.	+	+	+
<i>Kirchneriella obesa</i> (West) Schmidle	+	+	+
<i>Ankistrodesmus angustus</i> Bern.	+	+	+
<i>A. longissimus</i> (Lemm.) Wille	+	+	—
<i>A. obtusus</i> Korschik.	+	+	—
<i>A. acicularis</i> (A. Br.) Korschik.	+	—	—
<i>A. arcuatus</i> Korschik.	+	+	+
<i>A. pseudomirabilis</i> Korschik. var. <i>pseudomirabilis</i>	+	—	—
<i>A. pseudomirabilis</i> Korschik. var. <i>spiralis</i> Korschik.	+	—	—
<i>Coenocystis planktonica</i> Korschik.	+	—	—
<i>Golenkinia radiata</i> Chod.	+	+	+
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood.			
var. <i>pulchellum</i>	+	+	+
<i>Coelastrum microporum</i> Naeg. f. <i>microporum</i>	+	+	+
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et W. var. <i>tetrapedia</i>	+	+	+
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	+	+	+
<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz. var. <i>alternans</i> Christ	—	+	+
<i>S. acuminatus</i> (Lagerh.) Chod. var. <i>acuminatus</i>	+	—	+
<i>S. acuminatus</i> (Lagerh.) Chod. var. <i>biseriatus</i> Reich.	+	—	+
<i>S. bijugatus</i> (Turp.) Kütz. var. <i>bijugatus</i>	+	+	+
<i>S. arcuatus</i> Lemm. var. <i>arcuatus</i>	+	+	+
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Béb. var. <i>quadricauda</i>	+	+	+
<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Bréb. var. <i>abundans</i> Kirchn.	+	—	—
<i>Tetrachlorella alternans</i> Korschik.	+	+	+
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh. var. <i>Hantzschii</i>	+	+	—
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i>	+	+	+
<i>P. duplex</i> Meyen var. <i>chuthratum</i> (A. Br.) Lagerh.	+	—	—
<i>P. boryanum</i> (Turp.) Menegh.	+	+	+
<i>Elakatothrix lacustris</i> Korschik.	+	+	+
<i>Ulothrix variabilis</i> Kütz.	+	+	—
<i>Actionataenium cruciferum</i> (De Bory) Teil.	+	—	—

Название вида	Год		
	1979	1980	1981
<i>Cosmarium pachydermum</i> Lund. var. <i>pachydermum</i>	+	—	—
<i>C. asphaerosporum</i> Wordst. var. <i>asphaerosporum</i>	+	+	+
<i>Cosmarium bioculatum</i> Bréb.	+	+	—
<i>C. granatum</i> Bréb.	+	—	+
<i>C. moniliforme</i> (Turp.) Ralfs	+	—	+
<i>C. meneghinii</i> Bréb.	—	+	+
<i>Staurastrum pachyrhynchum</i> Nordst.	+	—	—
<i>S. oxyacanthum</i> Arch. var. <i>oxyacanthum</i> .	+	+	+
<i>Actionataenium curtum</i> (Bréb.) Teil.	—	+	+

Bacillariophyta 70, *Chlorophyta* 67 видов и разновидностей (табл. 1).

Из найденных видов индифференты составляли 49,1 % (85 видов), галофилы 8,1 (14), мезогалобы 1 (3), виды не указанной галобности 36,4 (63), для восьми видов в различных источниках указывается различная галобность. Большинство водорослей относилось к широко распространенным планктонным формам (69,5 %), далее по числу видов следовали бентосные (17) и формы обрастания (11,5). Из обнаруженных более одного раза видов представители ультрапланктона составляли 19,6 % (34 вида), наннопланктона — 60,9 (106), сетного планктона — 18,0 (31). Все встреченные более одного раза водоросли приведены в табл. 1, где они размещены по системе, принятой в «Определителе пресноводных водорослей СССР». В основу списка зеленых водорослей положена система Бурелли и Штармаха (цит. по: Комаренко, Васильева, [4]). По морфологическим признакам виды водорослей расположились следующим образом: коккоидные (одноклеточные формы) — 98 видов (56,6 %), монадные (подвижные одноклеточные формы) — 24 (13,9), колониальные коккоидные — 45 (26,0), колониальные монадные — 5 (2,9) и нитчатые 1 (0,6 %); 137 видов и разновидностей водорослей отмечены для озера впервые. Анализ видового состава на сапробность, по сводкам Макрушина [6] и Сладечка [20], а также по списку индикаторных организмов [17], показал, что среди найденных форм большинство относится к олигосапробам и β-мезосапробам, значительно меньше α-мезосапробных организмов, а полисапробных встречено всего три вида.

Синезеленые водоросли представлены в основном колониальными планктонными, индифферентными формами ультра- и наннопланктона. Золотистые и желтозеленые водоросли наименее разнообразны по видовому составу.

Среди диатомовых широко представлены случайно-планктонные виды родов *Navicula*, *Mastogloia*, *Cymbella*, *Epithemia* и др., что свидетельствует о большой роли ветрового перемешивания в формировании фитопланктона озера. Видовое разнообразие диатомей в Кандры-Куле, связано, вероятно, со щелочной реакцией воды озера, так как большинство *Bacillariophyta* предпочитают воду со щелочной реакцией [11]. Несмотря на доминирование индифферентных видов, среди диатомовых водорослей найден ряд форм, которые А. И. Прошкина-Лавренко относит к галофильным, и даже три мезогалоба (*Navicula pygmaea*, *N. humerosa* и *Amphiprora paludosa*) [12].

Из групп, выделенных М. И. Порк по отношению к pH [11], в оз. Кандры-Куль доминировали алкалибионты и алкалифилы, по отношению к содержанию HCO_3^- преобладали эуиндифференты, индифференты с оптимумом при HCO_3^- 90 мг/л и кальцифилы, по отношению к содержанию Ca^{2+} наибольшего видового разнообразия достигли индифференты и кальцифилы. Такой видовой состав хорошо согласуется с данными по ионному составу воды.

Найденные в Кандры-Куле *Achnanthes minutissima*, *Cymbella tyrgida* и *C. microcephala* являются индикаторами высокой концентрации кислорода в щелочных водах [19]. Из групп, выделяемых по отношению к течению [19], в озере преобладали индифференты, которые обычно встречаются как в текущих, так и в стоячих водах (*Caloneis amphisbaena*, *Cumatopleura solea*, *Cymbella affinis* и др.), и лимнофилы, характеризующие стоячие воды, но случайно обнаруживаемые и в текущих (*Asterionella formosa*, *Melosira granulata* и др.). К широко распространенным в комплексе доминирующих видов относились *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata*, *Cyclotella comta*, *Synedra acus*.

Пирофитовые, эвгленовые и несколько видов рода *Chlamydomonas* образовывали группу монадных одноклеточных форм, в которую входили в основном планктонные виды. При анализе зеленых водорослей наибольший интерес представляет соотношение числа видов хлорококковых и десмидиевых. В оз. Кандры-Куль по числу видов преобладали хлорококковые водоросли, чаще всего планктонные формы, индифференты. Среди них наиболее разнообразны роды *Oocystis*, *Ankistrodesmus*, *Scenedesmus*.

На основании соотношения различных систематических групп для оз. Кандры-Куль вычислены трофические индексы Нигаарда (цит. по [18]) и индексы органического загрязнения Палмера (цит. по [21]). Последние в Кандры-Куле составили: по родам 35, по видам 19, что говорит о высоком органическом загрязнении, хотя величины перманганатной окисляемости свидетельствовали об обратном. Три из пяти индексов Нигаарда,

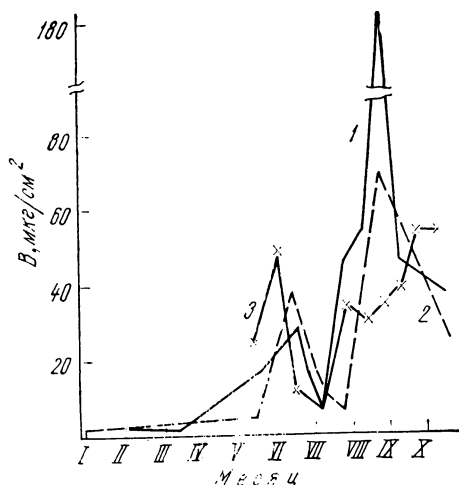


Рис. 1. Сезонная динамика общей биомассы фитопланктона в оз. Кандры-Куль.
Годы: 1 — 1979, 2 — 1980, 3 — 1981.

показавшие, что условия в Кандры-Куле эвтрофные, содержат в знаменателе число видов *Desmideae*. В. О. Кываск [5] показал, что наиболее подходящими для развития конъюгатов являются $pH=7$ и условия, которые создаются в водоемах, бедных минеральными веществами. Помимо этого десмидиевые представляют каль-

циефобную группу и встречаются в большом изобилии в водах с высоким отношением K^+ и Na^+ к Ca^{2+} и Mg^{2+} [8]. В связи с этим понятны относительная бедность видового состава десмидиевых в Кандры-Куле и большая величина индексов Нигаарда.

Кривая развития фитопланктона оз. Кандры-Куль была двувершинной, но в 1981 г. появился небольшой третий пик (рис. 1). Биологическая весна характеризовалась одним максимумом в начале — середине июня и последующим резким уменьшением биомассы в конце периода. Наибольшая весенняя биомасса отмечена в начале июня 1981 г., когда она составила $48,1 \text{ мг/см}^2$. Биологические лето и осень начинались с минимальных значений биомассы в июле ($6,2\text{—}8,6 \text{ мг/см}^2$). Затем шло постепенное ее нарастание. В 1979 и 1980 гг. отмечался один летне-осенний пик в конце августа — начале сентября. В 1981 г. было два максимума: один 1 августа и второй в конце сентября — начале октября. Абсолютный максимум биомассы за три года исследования отмечен 1 сентября 1979 г. за счет развития *Ceratium hirundinella*. Биомасса тогда составила $175,8 \text{ мг/см}^2$.

Всего за период исследования в доминирующий комплекс видов вошли 21 вид и разновидности водорослей: *Cyanophyta* 3 вида и разновидности, *Bacillariophyta* 4 вида, *Pyrrophyta* 4, *Chrysophyta* 1, *Chlorophyta* 9 видов и разновидностей, 57,1 % доминирующих видов относились к колониальным коккоидным формам. Двадцать доминирующих видов являлись представителями ультра- и наннопланктона. Восемь из доминирующих в Кандры-Куле видов относятся к обычно доминирующим в озерах мира.

Наиболее разнообразной по видовому составу была весна 1980 г., когда большого развития достигли наннопланктонные колониальные коккоидные хлорококковые, доминирующие по

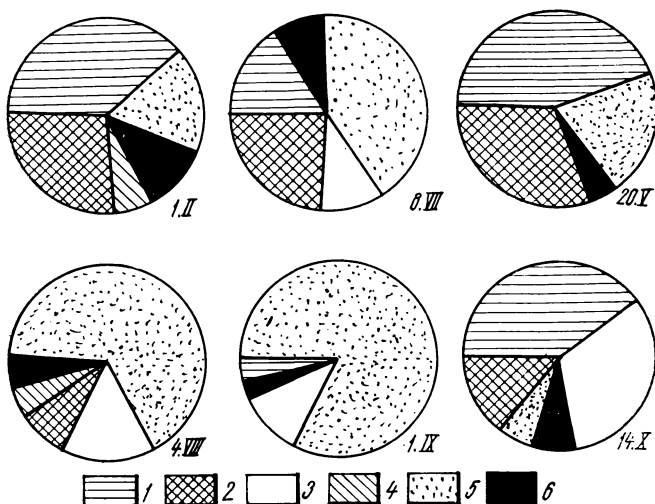


Рис. 2. Изменение роли различных систематических групп в образовании общей биомассы фитопланктона под 1 м² поверхности водоема в 1979 г.

1 — диатомовые, 2 — зеленые, 3 — синезеленые, 4 — эвгленовые, 5 — пирифитовые, 6 — остальные.

численности. В то же время в 1980 и 1981 гг. по биомассе доминировала в весенних пробах *Cyclotella comta*, которая достигла максимального развития в начале июня 1981 г., когда она преобладала и по численности по сравнению с другими одноклеточными коккоидными формами. Максимальная ее биомасса составила в тот период 6,2 г/м³. Весной 1979 г. по биомассе доминировали *Asterionella formosa* и *Cyclotella comta*, а по численности — мелкие хлорококковые, в частности, только весной 1979 г. вошел в число субдоминантов *Sphaerocystis Schroeteri*. Биологическими летом и осенью отличительной особенностью проб, отобранных в конце сентября — октябре, явилось исчезновение из планктона теплолюбивого *Ceratium hirundinella* и замещение его в 1979—1980 гг. *Asterionella formosa*, а в 1981 г. *Melosira granulata*. Среди хлорококковых новыми субдоминантами в 1980—1981 гг. были *Characium acuminatum* и *Scenedesmus obliquus* var. *alternans*. В 1979 г. наибольшее развитие за весь период исследования получили пирифитовые водоросли, в частности *Ceratium hirundinella*, а также *Gymnodinium fungiforme*, попавший в число субдоминантов только в этом году. Самой характерной особенностью 1981 г. была интенсивная вегетация *Melosira granulata*, которая достигла максимума в сентябре — начале октября. Новыми субдоминантами биологического лета и осени 1981 г. явились *Microcystis pulverea*, *Dinobryon divergens*, *Sphaerocystis Schroeteri*.

Таблица 2

Численность (в числителе, тыс. кл/л) и биомасса (в знаменателе, г/м³) фитопланктона озер Упканны-Куль, Большое и Святое в мае 1983 г.

Группа водорослей	Упканны-Куль		Святое			Большое		
	По- верх- ность	3 м	По- верх- ность	3 м	5 м	По- верх- ность	3 м	5 м
<i>Cyanophyta</i>	528 0,044	1128 0,005	96 0,001	4374 0,003	2179 0,089	360 0,032	1848 0,001	24 0,002
<i>Bacillariophyta</i>	1704 1,102	2628 1,186	492 0,335	1056 0,865	2796 1,925	228 0,034	1188 0,138	420 0,232
<i>Euglenophyta</i>	180 0,020	—	—	12 0,001	—	60 0,007	36 0,005	84 0,608
<i>Chrysophyta</i>	12 0,015	—	—	—	12 0,015	—	—	24 0,105
<i>Xanthophyta</i>	96 0,026	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chlorophyta:</i> <i>Volvocales</i>	300 0,034	120 0,013	36 0,004	96 0,011	12 0,001	36 0,004	156 0,013	132 0,015
<i>Chlorococcales</i>	900 0,237	960 0,259	168 0,034	972 0,710	792 0,735	336 0,024	900 0,247	1896 0,652
<i>Conjugales</i>	60 0,030	60 0,029	—	12 0,017	12 0,003	12 0,005	—	—
<i>Ulothrichales</i>	180 0,032	—	—	—	600 0,081	—	—	144 0,021
<i>Pyrrophyta</i>	—	—	—	—	12 0,015	—	—	12 0,011
Всего	3960 1,540	4896 1,492	792 0,374	6522 1,607	6415 2,864	1032 0,106	4128 0,404	2726 1,646

Изучение сезонной динамики фитопланктона оз. Кандры-Куль показало наличие четкой периодичности в интенсивности развития определенных систематических групп (рис. 2). Синезеленые водоросли доминировали по численности на протяжении всего вегетационного периода, исключая май 1979 и 1980 гг., когда преобладали хлорококковые. Биологической зимой как по численности, так и по биомассе господствовали хлорококковые и диатомовые водоросли. Биологической весной по биомассе доминировали диатомовые и пиррофитовые, но в мае значи-

тельный вклад могли дать и хлорококковые водоросли. Биологическими летом и осенью ведущая роль переходила к пиррофитовым водорослям, за исключением конца сентября — октября, когда доминировали диатомовые и синезеленые.

Озера Асли-Куль, Большое, Святое и Упканны-Куль. В пробах фитопланктона в оз. Асли-Куль было обнаружено 56 видов и разновидностей водорослей: *Bacillariophyta* 22 вида и разновидности, *Chlorophyta* 25, *Euglenophyta* 1, *Pyrrophyta* 4, *Chrysophyta* 2, *Cyanophyta* 2 вида. В доминирующий комплекс видов фитопланктона вошли *Cyclotella comta*, *Sphaerocystis Schroeterii*, *Characium acuminatum* и др. По численности доминировали хлорококковые водоросли, а по биомассе представители диатомей. Биомасса фитопланктона на различных станциях изменялась от 6,645 до 21,086 г/м³, а численность от 3396 до 8926 тыс. кл./л. Коэффициент общности флористического состава фитопланктона озер Асли-Куль и Кандры-Куль составил 43 %.

В оз. Упканны-Куль зарегистрировано 48 видов и разновидностей водорослей. По числу видов преобладали зеленые водоросли (24 вида и разновидности). Доминировали *Melosira granulata*, *Ankistrodesmus angustus*. В оз. Святое обнаружено 47 видов и разновидностей водорослей. Наибольшее видовое разнообразие отмечалось у диатомей. Ведущими были *Melosira granulata*, *Fragilaria intermedia*, *Phormidium* sp. sp. В оз. Большое найдено 36 видов и разновидностей водорослей. По числу видов преобладали зеленые водоросли. Доминировали *Cyclotella comta*, *Ankistrodesmus angustus*. Всего в исследованных озерах было обнаружено 89 видов и разновидностей водорослей (табл. 2).

Таким образом, проведенные исследования позволили подробно выяснить флористический состав водорослей оз. Кандры-Куль, влияние на него антропогенных факторов, а также сезонную динамику фитопланктона. На озерах Асли-Куль, Упканны-Куль, Большое и Святое необходимо дальнейшее исследование альгофлоры в целях более детального выяснения всех перечисленных выше закономерностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байбулатова З. А., Минибаев Р. Г. Особенности биоты Павловского водохранилища // Проблемы комплексного изучения, освоения и охраны ландшафтов Урала: Тез. докл. Всеурал. совещ. Уфа, 1980. С. 122—124.
2. Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные / Под общ. ред. З. И. Глезер и др. Т. 1. Л.: Наука, 1974.
3. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Л.: Наука, 1969.
4. Комаренко Л. Е., Васильева И. И. Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии. М.: Наука, 1978.
5. Кываск В. О. Конъюгаты Эстонской ССР: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Тарту, 1965.
6. Макарушин А. В. Биологический анализ качества воды. Л., 1974.

7. Минибаев Р. Г., Кузяхметов Г. Г. Изученность альгофлоры Башкирии и перспективы альгологических исследований // Состав и динамика численности альгофлоры почв и некоторые вопросы агрофитоценологии. Уфа, 1975. С. 4—7.
8. Мордвинцева Г. М. Десмидиевые водоросли Украинской ССР (морфология, систематика, филогения, пути эволюции, флора и географическое распространение): Автореф. дис. ...докт. биол. наук. Киев, 1979.
9. Подлесный А. В. К характеристике озер Аргаяшского кантона и рыбного на них хозяйства // Хозяйство Башкирии. 1929. Т. 13—14, № 4—5. С. 144—174.
10. Подлесный А. В. Краткий очерк рыбного хозяйства Башкирии // Там же. Т. 38—39, № 5—6. С. 91—120.
11. Порк М. И. Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) озер Эстонской ССР: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Тарту, 1967.
12. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли — показатель солености воды // Диатомовый сборник. Л.: Изд-во ЛГУ, 1953. С. 186—205.
13. Ролл Я. В. Матеріали до вивчення біологічних особливостей озера Кандры-Куль // Вісник Київського ботанічного саду. 1947. Вып. XVIII. С. 4—32.
14. Ролл Я. В., Френкель Г. М., Гольдштейн М. В., Чернова Е. В. Санитарно-биологическое исследование р. Белой в районе г. Уфы в 1941—1942 гг. // Тр. Ин-та гидробиологии АН СССР. 1947. № 21. С. 5—65.
15. Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: Изд-во МГУ, 1979.
16. Шелль Ю. Материалы для Ботанической географии Уфимской и Оренбургской губерний (споровые растения) // Тр. о-ва естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. 1883. Т. XII, вып. 1. С. 1—56.
17. Унифицированные методы исследования качества поверхностных вод. М.: Изд-во СЭВ, 1977.
18. Hutchinson G. E. A treatise on limnology // Introduction to lake biology and limnoplankton. V. 11. N. Y.; L., 1967. 1115 p.
19. Lowe R. L. Environmental requirements and pollution tolerance of freshwater diatoms. Washington: U. S. Environmental Protection Agency, 1974.
20. Sládeček V. System of Water Quality from the biological point of view // Archiv für Hydrobiologie, Beiheft 7, Ergebnisse der Limnologie, Heft 7. Stuttgart, 1973.
21. Taylor W. D. et al. Distribution of phytoplankton in Alabama Lakes // Ecological research series. Nevada, 1977.

М. И. ЯРУШИНА

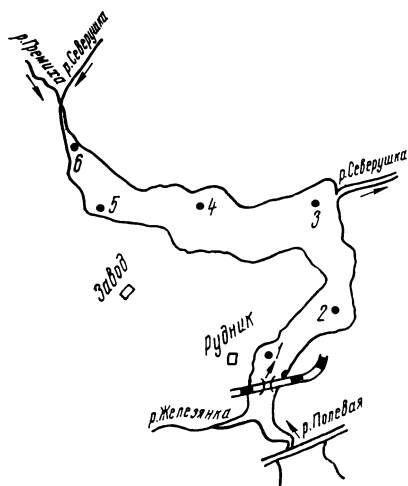
ФИТОПЛАНКТОН СЕВЕРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Исследования по изучению фитопланктона Северского водохранилища проведены нами впервые. Северское водохранилище расположено в бассейне р. Чусовой. Гидрологическая сеть бассейна представлена в северной части реками Северушка и Гремиха, в южной — реками Полевая, Светлая, зарегулированными Полевским водохранилищем и Штанговым прудом, р. Глубокой, зарегулированной Глубочинским водохранилищем, р. Железянкой, зарегулированной Верхне-Железянским и Нижне-Железянским прудами (см. рисунок). Все пруды используются промышленными предприятиями. Штанговый пруд — резервный источник для подпитки Северского водохранилища. Питание рек осуществляется за счет талых снеговых и грунтовых вод. Объем водохранилища 12,5 млн м³, максимальная глубина 9,5 м, средняя 3,5 м. При изучении фитопланктона учитывали все виды водорослей, встречающиеся в толще воды, подразделяя их на планктонные водоросли пелагиали и литорали, бентосные формы и эпибионты [1, 2].

За период исследований (1986 г.) в планктоне водохранилища обнаружено 157 видов и внутривидовых таксонов, которые в систематическом отношении распределяются следующим образом: синезеленые 13, золотистые 7, диатомовые 60, пирифитовые 7, эвгленовые 12, желтозеленые 2, зеленые 56. Широко распространенные планктонные виды составляют 76 % от всех найденных форм. Остальные приходятся на долю случайно-планктонных водорослей, встреченных преимущественно в планктоне литорали. По отношению к солености воды, согласно классификации Кольбе [4], все найденные водоросли являются пресноводными олигогалолами, причем 93 % составляют индифференты. Анализ видового состава на сапробность по сводкам Макрушина [3], а также по списку индикаторных организмов Сладечка [5] показал, что большинство найденных форм относится к олигосапробам и β -мезосапробам, α -мезосапробные организмы встречены единично.

Наибольшим видовым разнообразием на всех станциях отличались диатомовые и зеленые водоросли (табл. 1). Обилие

Схема Северского водохранилища.
1—6 — станции отбора гидробиологических проб.



ствовала *Asterionella formosa* (табл. 2). В июне интенсивность развития диатомовых снизилась, но на отдельных станциях они сохранили ведущее положение. Доминантами стали *Tabellaria flocculosa* и *A. formosa*. В августе вегетация диатомовых вновь возросла. Почти на всех участках водоема доминировала *Melosira granulata*. Уровень развития диатомовых на отдельных участках водохранилища различен (табл. 3). Наиболее продуктивны эти водоросли на станциях южного участка, где максимальные величины достигали свыше 3 г/м^3 .

Среди зеленых водорослей наибольшее видовое разнообразие отмечено у хлорококковых, особенно родов *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* (см. табл. 2, 3). В июне наблюдалась максимальная биомасса *S. quadricauda* — 1 г/м^3 . Вегетация хлорококковых водорослей на станциях северного участка была очень слабой, а их максимальная биомасса не превышала $0,08 \text{ г/м}^3$. Десмидиевых водорослей всего обнаружено пять видов, но заметной роли в планктоне они не играли. Лишь в августе на отдельных станциях отмечено усиление развития *Closterium oxygium* до $0,1 \text{ г/м}^3$. Из вольвоксовых по количеству видов выделялся род *Chlamidomonas*. Часть из них определить до вида в зафиксированном материале не удалось. В основном вольвоксовые приурочены к южному участку водохранилища. В целом по водохранилищу зеленые водоросли доминировали по численности, но по биомассе оставались субдоминантами.

Для водохранилища характерна бедность видового разнообразия и количественного развития пиррофитовых. Максимум их численности зафиксирован в июне за счет развития *Cryptomonas reflexa* (см. табл. 3).

Синезеленые водоросли в течение всего периода наблюдений встречались в небольших количествах.

Таблица 1

**Таксономическое разнообразие фитопланктона Северского
водохранилища (1986 г.)**

Группа водорослей	Станции						Участки		Всего по во- доему
	южные			северные			южные	север- ные	
	1	2	3	4	5	6			
Синезеленые	7	6	5	4	4	5	10	8	13
Золотистые	1	5	1	3	4	2	6	4	7
Диатомовые	28	28	25	25	29	37	41	49	60
Пиррофитовые	6	5	2	3	3	—	7	3	7
Эвгленовые	7	6	3	1	4	5	9	7	12
Желтозеленые	2	2	1	1	2	1	2	2	2
Зеленые	42	31	24	23	25	19	49	34	56
Итого	93	83	61	60	71	69	124	107	157

Таблица 2

**Смена доминирующего состава фитопланктона Северского
водохранилища (1986 г.)**

Месяц	Южный участок		
	Станция		
	1	2	3
Май	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> , <i>Melosira granulata</i>	<i>M. granulata</i> , <i>S. hantzschii</i>	<i>S. hantzschii</i> , <i>Asterionella formosa</i>
Июнь	<i>Scenedesmus quadricauda</i> , <i>M. granulata</i>	<i>Cryptomonas reflexa</i> , <i>Pediastrum borianum</i>	<i>Tabellaria flocculosa</i> , <i>A. formosa</i>
Август	<i>M. granulata</i> , <i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	<i>M. granulata</i> , <i>O. capitatum</i>	<i>Ophiocytium capitatum</i>
Месяц	Северный участок		
	Станция		
	4	5	6
Май	<i>S. hantzschii</i> , <i>A. formosa</i>	<i>M. granulata</i> , <i>A. formosa</i>	<i>Synedra ulna</i>
Июнь	<i>M. granulata</i>	<i>A. formosa</i>	<i>T. flocculosa</i>
Август	<i>O. capitatum</i> , <i>M. granulata</i>	<i>M. granulata</i> , <i>O. capitatum</i>	—

Динамика и распределение биомассы диатомовых в Северском водохранилище, г/м³

Месяц	Станция			Среднее по южному участку	Станция			Среднее по северному участку
	1	2	3		1	2	3	
Май	2,39	3,04	1,22	2,22	2,34	0,71	0,39	1,15
Июнь	0,74	0,78	0,97	0,83	0,06	0,10	0,02	0,06
Август	2,30	1,28	0,63	1,10	0,27	0,67	ед	0,31

Желтозеленые представлены двумя видами. В планктоне они обнаружены в июне. Повсеместное распространение имел *Ophiocytium capitatum*, причем в августе он доминировал по биомассе на двух станциях (см. табл. 3). Максимальная биомасса его составила 0,8 г/м³. Следует подчеркнуть, что эта водоросль отмечена впервые для Уральского региона.

В результате исследования выявлено, что альгофлора Северского водохранилища однородна, коэффициент общности видового состава северного и южного участков довольно высок (53 %). По сапробности этот водоем можно охарактеризовать как β-мезосапробный. По структуре и продуктивности альгоценозов его отдельные участки разнородны. Так, численность и биомасса на южном участке водоема во много раз превышают таковые на северном, что прежде всего связано с высокой проточностью последнего. В целом водохранилище можно отнести к мезотрофным водоемам с признаками олиготрофии. Средняя биомасса за сезон составила 1,4 г/м³. В период открытой воды за счет биомассы фитопланктона в водоем поступило 310 т органического углерода. По величине биомассы фитопланктона Северское водохранилище близко к малым водохранилищам региона (см. ст. Васильчиковой А. П. с соавт. в наст. сб.). В отличие от них для Северского водохранилища характерно слабое развитие синезеленых водорослей, что замечено не только в водоемах Урала (см. ст. Васильчиковой А. П. с соавт.; Танаевой Г. В., Кривопаловой З. Ф. в наст. сб.; [6]).

ЛИТЕРАТУРА

1. Воронихин Н. Н. Несколько слов о содержании понятия «фитопланктон» пресных вод // Бот. журн. 1950. Т. 35, № 6. С. 195—198.
2. Кузьмин Г. В. Фитопланктон Шекнинского водохранилища и сопредельной ему акватории Рыбинского // Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Л., 1971.
3. Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод. Л., 1974.
4. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли — показатели солёности воды // Диатомовый сборник. Л., 1953. С. 187—205.
5. Унифицированные методы исследования качества вод: Методы биологического анализа вод. М.: Изд. СЭВ, 1975. Ч. III.
6. Эвтрофирование малых водохранилищ. Новосибирск, 1985.

И. В. КОЗЛОВА, М. П. КОВАЛЬКОВА, С. В. ОЛЕНЕВ

**МНОГОЛЕТНИЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ПЛОТВИЧНО-ОКУНЕВОГО ОЗЕРА КАЛДЫ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)
В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ**

В настоящей работе использованы материалы многолетних исследований кормовой базы эвтрофного плотвично-окуневоего оз. Калды (площадью 1790 га, глубиной до 8,5 м), расположенного в лесостепной зоне Южного Зауралья и имеющего важное рыбохозяйственное значение для региона. В течение ряда лет оз. Калды используют для выращивания сиговых рыб. Вода озера пресная, повышенной минерализации (989—1212 мг/л), подщелоченная (рН 8,35—8,32), с довольно высоким содержанием органических веществ (ПО 12,6—24,0 мг/л). Зоопланктон и зообентос изучали в 1978, 1980—1983, 1985 и 1986 гг. Обработку материала и расчет продукции вели общепринятыми методами [2, 3].

В 1978 г. в озеро посадили 2235 шт/га личинок гибрида р×с. Эффекта от посадки не было. По уровню развития зоопланктона (среднесезонная биомасса 1,4, максимальная 2,8, реальная продукция 25,3 г/м³, Р/В-коэффициент 18,1) оз. Калды (без типичных планктофагов) было отнесено к средnekормным водоемам [1]. В 1979 г. в озеро посадили 340 шт/га сеголетков пеляди средней массой 8 г. На следующий год произошло резкое снижение всех показателей зоопланктона по сравнению с 1978 г. Средняя за сезон биомасса уменьшилась в 5,4 раза, максимальная в пять раз. Из основного комплекса выпала *Diaphanosoma brachyurum*. Оз. Калды по зоопланктону из средnekормного водоема превратилось в малокормный (средняя биомасса за сезон 0,27, максимальная 0,45 г/м³). В течение сезона доминировали диаптомиды и босмины. Низкий уровень развития зоопланктона был отмечен и в 1981 г. после посадки в озеро (в 1980 г.) стограммовых сеголетков пеляди плотностью 102 шт/га. Максимальная летняя биомасса в центре озера составляла 0,67 г/м³, а в прибрежной зоне в результате более интенсивного потребления ракообразных молодью вселенцев и рыб природного комплекса — всего 0,003 г/м³. Средняя масса годовиков пеляди, несмотря на высокую стартовую массу

(100 г), составила 241 г. Посадка в озеро в 1981 г. 206 шт/га сеголетков пеляди средней массой 55 г (дополнительная посадка 5587 шт/га личинок ряпушки оказалась такой же неэффективной, как и другие посадки личинкой в плотвично-окуневые водоемы) также обусловила невысокие показатели зоопланктона в следующем году. По неопубликованным данным А. Ф. Репьевой, в 1982 г. максимальная биомасса зоопланктона не превышала 0,8 в центре и 0,4 г/м³ в прибрежье. Годовики пеляди, от прошлогодней посадки сеголетками массой 55 г, достигли навески 185 г. В 1982 г. посадок пеляди не производили, однако уровень развития зоопланктона в 1983 г. оказался несколько ниже, чем в 1982 г. Максимальная биомасса не превышала 0,65 при средней по водоему 0,31 г/м³. До 66 % всей биомассы приходилось на долю диаптомид и циклопов и около 32 % дафний и босмин. В 1983 г. в озеро посадили 112 шт/га сеголетков пеляди средней массой 33 г и 168 шт/га сеголетков сига (такой же массы). Наблюдений за кормовой базой в 1984 г. не вели. Однако невысокая плотность посадки пеляди (48 шт/га средней массой 65 г) и сига (соответственно 49 и 65) в 1984 г. и более интенсивный в 1983 и 1984 гг. (чем за весь период с 1976 г.) промысел на водоеме аборигенных рыб (плотвы 35,5, окуня 24,4 кг/га) обусловили заметное увеличение в 1985 г. запасов кормового зоопланктона. Средняя за сезон биомасса увеличилась по сравнению с 1980 г. в четыре раза (с 0,27 до 1,08 г/м³), максимальная — в 3,8 (с 0,45 до 1,74 г/м³). В течение сезона доминировали диаптомиды и босмины (продукция соответственно 8,5 и 9,1 г/м³). Несколько возросла по сравнению с прошлыми годами роль ветвистоусых рачков (до 54 % в общей биомассе). В динамике биомассы зоопланктона в 1985 г. наблюдалось два пика: в середине июня — 1,74 и в середине августа — 1,36 г/м³. По этим показателям оз. Калды было отнесено к средnekормным водоемам. Однако уровень развития зоопланктона в этот год еще не поднялся до уровня 1978 г. (когда максимальная биомасса достигала 2,8, а средняя за сезон 1,4 г/м³). Более высокий темп продуцирования всего сообщества в 1985 г. (как и менее значимые биомассы) свидетельствовал об интенсивном по сравнению с 1978 г. использовании зоопланктона вселяемыми планктофагами и молодью аборигенных рыб. Исследования, проведенные в 1986 г., показали дальнейшее увеличение основных характеристик зоопланктона (максимальной биомассы до 3,6, средней за сезон до 1,8 г/м³), несмотря на посадку в озеро в 1985 г. 187 шт/га сеголетков пеляди (массой 30 г) и 44 шт/га сеголетков сига (массой 33 г). Значительно увеличилась по сравнению с 1985 г. продукция основных видов (*D. longispina* с 9,4 до 17,9 г/м³, *B. longicornis* с 9,1 до 21,8 г/м³, *E. graciloides* с 8,5 до 9,7 г/м³) и всего зоопланктонного сообщества (с 29,9 до 54,1 г/м³). Увеличение темпа продуцирования дафний (с 31,9 до 37,8) при неизменном за два

года темпе продуцирования диаптомид и босмин обеспечило рост Р/В-коэффициента всего зоопланктона с 27,7 до 29,6. Посадка сеголетков сиговых осенью 1985 г., выполненная в соответствии с кормовыми ресурсами водоема и разработанными бионормативами, позволила увеличить навески выращиваемых рыб: пеляди до 298, сига до 215 г (т. е. в среднем приблизиться к нормативной величине — 250 г). Анализ многолетних (с 1978 по 1986 г.) данных позволил выявить тенденцию к увеличению продукционных характеристик зоопланктона в оз. Калды: в 1978 г. продукция зоопланктона составляла 25,3, в 1985 — 29,9, в 1986 г. — 54,1 г/м³. Увеличился и темп продуцирования зоопланктонного сообщества, но изменения Р/В-коэффициента носили несколько иной характер. В то время как наибольшее увеличение продукции зоопланктона произошло в период с 1985 по 1986 г., более существенные различия сезонных Р/В-коэффициентов были отмечены между 1978 и 1985 гг., после же интенсивного отлова аборигенных видов рыб Р/В-коэффициент изменился незначительно (в 1978 г. 18,1, в 1985 г. 27,7, в 1986 г. 29,6). Если увеличение темпа продуцирования отдельных видов и всего сообщества можно объяснить увеличением пресса рыб за счет вселенных в озеро планктофагов и большой численности молоди аборигенных рыб, то увеличение биомассы и продукции всех массовых видов ракообразных — главным образом улучшением условий их обитания. Очевидно, дождливое лето 1986 г. обусловило более интенсивный смыв с окружающих полей и обогащение водоема основными биогенами (это подтверждается гидрохимическими анализами). По неопубликованным данным О. В. Тимофеевой, в оз. Калды в 1986 г. (по сравнению с 1985 г.) возросло количество биогенных элементов. Так, нитритный и нитратный азот, не обнаруженный в 1985 г., достигал соответственно 0,18 и 1,31 мг/л, концентрация аммонийного азота составляла в апреле 0,65—1,03, в мае и августе — 0,34—0,52 мг/л. Несколько возросла концентрация фосфора. Все это свидетельствует об усилении процесса эвтрофикации водоема. В донной фауне оз. Калды (около 60 видов) по разнообразию и количественному развитию преобладали хирономиды. Доминирующий комплекс и количественные показатели зообентоса (как и зоопланктона) под влиянием рыбохозяйственной деятельности человека подвергались значительным изменениям. До посадок сиговых (1978 г.) и при посадках только пеляди (1979—1981 гг.) уровень развития зообентоса был обусловлен массовыми видами *Chironomus plumosus* и *Chaoborus crystallinus* (составлявшими в сумме 86 % всей среднесезонной биомассы) и регулировался потреблением их аборигенными бентофагами. Средняя за сезон биомасса составляла 4,6—4,8, реальная продукция 11,7—15,6 г/м² [4]. По всем показателям — продукции, темпу продуцирования массовых видов (Р/В для *Ch. plumosus* 4,3, для *Ch. crystallinus* 5,2) и всего зообентосного сообщества (2,4—3,4) —

озеро оказалось идентично другим слабо эксплуатируемым водоемам. В 1982 г. посадка в озеро сеголетков сига плотностью 167 шт/га, средней массой 51 г привела к снижению общей бентомассы (по сравнению с 1978 г.) в 1,5 раза. Доминирующий комплекс зообентоса не изменился. Основная часть биомассы по-прежнему создавалась *Ch. plumosus* и *Ch. crustallinus* (в сумме до 94 %). Но в результате выедания крупных личинок *Ch. plumosus* сига и другими бентофагами средняя масса особи в популяции этого вида уменьшилась в 3,8 раза (в течение всего сезона преобладали молодые личинки). В 1983 г. при посадке 168 шт/га сеголетков сига (массой 33 г) произошло дальнейшее снижение среднесезонной биомассы до 2,9 г/м² (против 4,8 г/м² в 1980 г.). Численность *Ch. plumosus* уменьшилась по сравнению с 1982 г. в четыре раза, в то же время увеличилась в 11 раз плотность мелких видов р. *Tanytarsus*. В последующие годы (1984—1986), несмотря на менее высокие плотности посадок сига, наблюдалось дальнейшее снижение среднесезонной биомассы: в 1985 г. до 2,3, в 1986 г. до 0,99 г/м². Личинки *Ch. plumosus* были выедены и в последние два года не встречались совсем. Резко снизилась численность хаоборин (с 214 до 6 экз/м² в 1985 г.) и хирономид *T. gr. gregarius* (с 716 до 120 экз/м²). При этом увеличилась роль хищных видов *P. choreus* и *Cryptochironomus defectus* (в сумме 50 % всей биомассы). Во второй половине лета донная фауна в центральной части оказывалась значительно беднее, чем в прибрежной, что указывает на более интенсивное выедание ее в центре плотным стадом рыб-бентофагов природного комплекса и сигом. Замена крупных форм, таких как *Ch. plumosus* и *Chaoborus*, более мелкими с коротким жизненным циклом *P. choreus*, *C. defectus* и *T. gr. gregarius* привела к увеличению темпа продуцирования всего сообщества (в 1978 г. сезонный Р/В 3,4, в 1985 г. 4,8, в 1986 г. 5,2).

Таким образом, двухразовые посадки в плотвично-окуневое оз. Калды личинок ряпушки и гибрида р×с не повлияли на уровень развития зоопланктона и зообентоса. Посадки подрощенных сеголетков пеляди (массой от 8 до 100 г) плотностью 100—340 шт/га оказали заметное влияние на зоопланктонное сообщество, а подрощенных сигов-бентофагов (массой от 30 до 65 г) плотностью до 170 шт/га — на зообентосное сообщество. Указанные посадки привели к существенным изменениям в структуре и количественных показателях обоих сообществ.

Более интенсивное потребление зоопланктона молодью аборигенных и вселенных сиговых в прибрежье, а зообентоса — аборигенными бентофагами и сига и в центре озера обусловили снижение почти вдвое запасов кормового зоопланктона и зообентоса в каждой зоне. Наиболее выедаемые популяции гидробионтов, которые не могли компенсировать потери увеличением темпа продуцирования, либо резко снижали свою численность (*Diaphanosoma brachyurum*), либо совсем выпадали из сообще-

ства (*Ch. plumosus*), изменяя структуру «ценологического комплекса».

Увеличение продукционных характеристик зоопланктона в оз. Калды в последние годы объясняется усилившимися процессами эвтрофикации водоема, которые в первую очередь отражаются на зоопланктонном сообществе, так как восстановление зообентосного сообщества после подрыва происходит значительно медленнее.

Высокие показатели темпа продуцирования ракообразных и более значительная доля сиговых в экспериментальных обловах (чем в промысловых) свидетельствуют о еще недостаточно высокой интенсивности промысла.

Вылов аборигенных видов рыб, составивший за десятилетний период (с 1976 по 1986 г.) в среднем 20,5 кг/га, оказался недостаточным для использования плотвично-окуневого водоема под выращивание поликультуры сиговых. Наибольший эффект наблюдался при ежегодном вылове аборигенных видов рыб объемом не менее 25 кг/га.

Согласно продукции кормовых организмов и имеющимся бионормативам, при существующих плотностях посадки сеголетков пеляди и сига на оз. Калды в последние годы можно получать до 20 кг/га двух- и трехлетков пеляди и около 5 кг/га сига.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любимова Т. С. Зоопланктон и его продукция озера Калды // Основные направления развития товарного рыбоводства Сибири. Тюмень, 1980. С. 134—135.
2. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зообентос и его продукция. Л., 1984. 53 с.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: Зоопланктон и его продукция. Л., 1984. 33 с.
4. Шерман К. Е. Продукция зообентоса трех разнотипных озер Кунашакского района Челябинской области // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное использование: II регион. совещ. гидробиологов Урала. Пермь, 1983. Ч. I. С. 76—77.

В. Б. КУЗИКОВА, Т. А. БУТАКОВА, В. М. САДЫРИН

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДОННОЙ ФАУНЫ
НИЖНЕЙ ОБИ И ЕЕ ЭСТУАРИЯ**

Изучение качественного и количественного состава донной фауны Нижней Оби проводили в период открытой воды (июнь — октябрь) 1980—1985 гг. на пяти разрезах в русле реки — у поселков Белогорье, Октябрьское, Перегребное, Горки, у г. Салехарда, расположенных последовательно вниз по течению, и в Малой Оби. В Обской губе материал по зообентосу собирали в летне-осенний сезон 1982—1985 гг. на десяти разрезах и девяти станциях в русловой части водоема и на 18 станциях в дельте р. Оби, в прибрежной и русловой ее частях. Пробы бентоса отбирали дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м², по две-три выборки на станции. Обработку материала и определение видовой принадлежности организмов проводили по общепринятым методикам [4]. Всего собрано и обработано 150 проб зообентоса из различных участков Нижней Оби и более 250 проб из дельты реки и Обской губы.

Грунты в реке представлены песком, илом, заиленными глиной и песком, в русловых участках дельты преобладает заиленный песок, в прибрежных участках дельты — песок, в губе — ил и заиленный песок.

За период исследований в составе донной фауны Нижней Оби обнаружено более 90 видов и таксонов донных животных, относящихся к девяти классам беспозвоночных (табл. 1). Видовой состав зообентоса приведен по дночерпательным пробам и не может считаться достаточно полным. Учитывая, что неопределенными остались круглые и малощетинковые черви, можно полагать, что в бентофауне Нижней Оби встречается более 100 видов донных организмов. Наиболее разнообразно представлена группа водных личинок насекомых, включающая 60 видов хирономид, восемь видов ручейников, а также личинок мошек, мокрецов, поденок, веснянок. Повсеместно в Нижней Оби встречаются личинки родов *Procladius*, *Chironomus*, *Limnochironomus* и *Polypedilum*, хищные виды *Cryptochironomus defectus*, *Harnischia fuscimana*, *Paracladopelma camptolabis*, *Psectrocladius psilopterus*. На всех разрезах реки обнаружены личинки мокре-

Видовой состав зообентоса Нижней Оби и Обской губы

Организм	I	II	III	IV	V	VI	VII
Тип Coelenterata							
<i>Hydra</i> (Pall.)	+	—	—	—	—	—	—
<i>Actinaria</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
Тип Nemathelminthes							
Кл. Nematoda							
<i>Nematoda</i> n. det.	—	—	+	—	+	+	+
Тип Annelida							
Кл. Polychaeta							
<i>Pectinaria hyperborea</i> (Malmgren)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Scoloplos armiger</i> (O. F. Müller)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Spionidae</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Spio filicornis</i> (O. F. Müller)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Marenzelleria wireni</i>	—	—	—	—	—	—	+
<i>Ampharete</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
<i>A. vegae</i> (Wiren)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Amphicteis sundevally</i> Malmgren	—	—	—	—	—	—	+
<i>Terebellidae</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
Кл. Oligochaeta							
<i>Isochaetides michaelsoni</i> (Lastoch.)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Limnodrilus claparedaeus</i> Ratzel	—	—	—	—	—	—	+
<i>Pelosclex ferox</i> (Eisen)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Oligochaeta</i> n. det.	+	+	+	+	+	+	+
Кл. Hirudinea							
<i>Erpobdella</i> sp.	—	—	—	—	—	+	+
<i>E. octoculata</i> (Linne)	+	—	—	—	+	—	—
Тип Mollusca							
Кл. Gastropoda							
<i>Buccinum</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Valvata depressa</i> C. Pfeiffer	—	—	—	—	—	—	+
<i>V. pulchella</i> Studer	—	—	—	—	—	—	+
<i>Lymnaea</i> sp.	+	—	—	—	—	—	—
<i>L. truncatula</i> O. F. Müller	—	+	—	—	—	—	—
<i>Anisus</i> sp.	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cylichna scalpta</i> (Reeve)	—	—	—	—	—	—	+
Кл. Bivalvia							
<i>Sphaeriastrum rivicola</i> (Lamarc)	—	+	—	—	—	+	—
<i>Musculium creplini</i> (Dunker)	—	+	+	—	—	+	+
<i>Amesoda</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
<i>A. scaldians</i> (Normand)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Sphaerium nucleus</i> (Studer)	—	—	+	—	—	+	—
<i>S. nitidum</i> (Clessin)	+	+	+	—	+	+	+
<i>S. corneum</i> (Linne)	—	—	—	—	—	+	—
<i>Pisidium</i> sp.	+	+	+	—	—	+	—

Организм	I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>P. amnicum</i> O. F. Müller	+	—	+	+	+	+	+
<i>Euglesa</i> Leach in Jenyns	—	—	—	—	+	+	+
<i>F. jedderseni</i> (Westerlund)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Portlandia arctica</i> (Gray)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Astarte borealis</i> (Chemnitz)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Thyasira gouldi</i> (Philippi)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Macoma</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
Тип Arthropoda							
Кл. Crustacea							
<i>Leptestheria dahalacensis</i> (Rupp.)	—	—	+	—	—	—	—
<i>Ostracoda</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Cytheridae papillosa</i> Bosquet	—	—	—	—	—	—	+
<i>Pseudalibrotus birulai</i>	—	—	—	—	—	—	+
Gurjanova							
<i>Ampelisca</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Haploops tubicola</i>	—	—	—	—	—	—	+
Lilljeborg							
<i>H. setosa</i> Boeck	—	—	—	—	—	—	+
<i>Pontoporeia affinis</i>	—	—	—	—	—	—	+
Lindström							
<i>Gammaracanthus loricatus</i>	—	—	—	—	—	—	+
Sars							
<i>Gammaridae</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Leptognathia sarsi</i> Hansen	—	—	—	—	—	—	+
<i>Diastylis</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
<i>D. rathkei</i> (Kroyer)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Cumacea</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Mesidothea entomon</i> (Linne)	—	—	—	—	—	—	+
<i>Mysis oculata</i> var. <i>relicta</i> Lowen	—	—	—	—	—	—	+
Кл. Arachnoidea							
<i>Hydrachnella</i> sp.	+	+	+	—	—	+	+
Кл. Insecta							
<i>Odonata</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Ephemeroptera</i> n. det.	—	—	+	—	—	+	—
<i>Chloroperla</i> sp.	—	—	—	—	+	—	—
<i>Hydropsyche ornata</i> McLachlan	+	—	—	—	—	—	—
<i>Neureclipsis bimaculata</i> (Linne)	+	+	+	—	+	+	+
<i>Cyrrnus flavidus</i> McLachlan	—	—	—	—	+	—	—
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pict.)	+	—	—	—	+	+	—
<i>Lepidostoma hirtum</i> (Fabricius)	—	+	—	—	—	—	—
<i>Athripsodes annulicornis</i> (Stepheus)	—	—	—	—	+	—	—
<i>Oecetis</i> McLachlan	—	—	—	—	—	+	—
<i>Brachycentrus subnubilus</i> Curtis	+	+	+	+	+	—	—
<i>Simulium</i> Latr.	—	+	—	+	+	—	—

Организм	I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>Culicoides</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bezzia</i> Kieff.	—	—	—	—	—	+	—
<i>Dolichopus</i> sp.	—	—	—	—	+	—	—
<i>Chaoborus</i> sp.	+	+	—	—	—	—	—
<i>Tabanidae</i> n. det.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Tanypus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Anatopinia</i> sp.	—	—	—	—	—	+	—
<i>Procladius choreus</i> Meigen	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. ferrugineus</i> Kieff.	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. nigrirostris</i> Kieff.	+	—	—	—	—	—	—
<i>Ablabesmyia monilis</i> (Linne)	—	+	+	—	—	—	+
<i>A. lentiginosa</i> Fries	+	—	—	—	—	—	—
<i>Syndiamesa orientalis</i> Tchern.	+	—	—	—	+	—	—
<i>Diamesa insignipes</i> Kieff.	+	—	—	—	—	—	—
<i>Prodiamesa bathyphila</i> Kieff.	—	—	—	—	+	—	+
<i>Eukiefferiella</i> sp.	—	—	—	—	+	—	—
<i>E. longicalcar</i> (Kieff.)	—	—	—	—	+	+	+
<i>E. quadridentata</i> Tchern.	—	—	—	—	—	—	+
<i>E. bicolor</i> Zett.	—	+	—	—	—	+	—
<i>Orthocladius</i> sp.	+	—	+	—	+	—	—
<i>O. thienemanni</i> Kieff.	—	—	—	+	—	—	—
<i>O. consobrinus</i> (Holmgren)	—	—	—	—	+	—	+
<i>Cricotopus silvestris</i> Fabricius	+	—	+	—	—	—	+
<i>C. algarum</i> Kieff.	—	+	—	+	—	—	+
<i>Psectrocladius psilopterus</i> Kieff.	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. simulans</i> Johansen	—	—	+	—	+	—	—
<i>P. dilatatus</i> Wan der Wulp	+	—	—	—	—	—	—
<i>P. septentrionalis</i> Tchern.	—	—	+	—	—	—	—
<i>Corynoneura celeripes</i> Winn.	—	—	—	—	+	—	—
<i>Tanytarsus</i> sp.	—	—	+	—	—	—	—
<i>T. gregarius</i> Kieff.	—	—	+	—	+	+	+
<i>Paratanytarsus</i> sp.	—	—	—	—	+	—	—
<i>P. siderophila</i> (Zvereva)	+	—	—	—	—	—	—
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	+	—	+	—	+	+	—
<i>C. mancus</i> (Walker)	—	—	—	+	—	+	—
<i>Chironomus plumosus</i> (Linne)	—	+	+	—	+	+	—
<i>C. tentans</i> Fabricius	—	—	—	—	—	+	—
<i>C. dorsalis</i> Meigen	+	—	+	+	—	+	+
<i>Chironomus</i> sp.	—	—	—	—	—	—	+
<i>Cryptochironomus monstruosus</i> Tch.	+	—	—	—	—	—	+
<i>C. defectus</i> Kieff.	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. marcopodus</i> Liachov	—	—	—	—	—	—	+
<i>C. anomalus</i> Kieff.	+	—	+	—	—	—	—
<i>C. conjungens</i> Kieff.	+	—	—	—	—	—	—
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> (Zett.)	—	—	—	—	—	+	+
<i>Cryptochironomus</i> sp.	+	+	+	—	—	+	+
<i>C. viridula</i> (Fabricius)	—	—	+	—	+	—	—

Организм	I	II	III	IV	V	VI	VII
<i>Harnischia fuscimana</i> Kieff.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paracladopelma camptolabis</i> Kieff.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parachironomus</i> sp.	—	—	+	—	—	—	—
<i>P. parastrostratus</i> Harnisch	—	—	—	+	—	—	—
<i>P. vitiosus</i> (Goetghebuer)	—	—	+	—	—	—	—
<i>Limnochironomus</i> sp.	—	—	—	—	+	—	—
<i>L. nervosus</i> (Staeger)	+	+	+	+	+	+	+
<i>L. tritonus</i> (Kieff.)	+	—	—	—	—	—	—
<i>Endochironomus</i> sp.	—	+	—	—	—	—	+
<i>E. impar</i> (Walker)	—	—	—	—	+	—	—
<i>E. albipennis</i> (Meigen)	—	—	+	—	—	—	—
<i>Glyptotendipes</i> sp.	—	—	+	—	—	—	—
<i>G. gripecoveni</i> (Kieff.)	+	+	—	—	+	—	—
<i>G. varipes</i> Goetghebuer	—	—	+	—	—	—	—
<i>Pentapedilum exectum</i> Kieff.	—	—	+	—	—	+	—
<i>Polypedilum convictum</i> (Walker)	+	+	—	—	—	—	—
<i>P. bicrenatum</i> Kieff.	+	—	—	—	—	—	—
<i>P. scalaenum</i> (Schrank)	+	—	+	—	—	+	+
<i>P. brevipennatum</i> Tshern.	+	+	+	+	+	+	+
<i>Paratendipes albimanus</i> (Meigen)	—	+	—	—	—	—	—
<i>Lauterborniella brachilabis</i> Edw.	—	+	—	—	+	+	—
<i>Allochironomus</i> sp.	—	—	+	—	—	—	—
Тип Echinodermata	—	—	—	—	—	—	—
Кл. Ophiuroidae	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stegophiura nodosa</i> Lutken	—	—	—	—	—	—	+

Примечание: I — пос. Белогорье, II — пос. Октябрьское, III — пос. Перегребное, IV — пос. Горки, V — г. Салехард, VI — Малая Обь, VII — Обская губа.

цов (с 50 %-ной встречаемостью), личинки ручейников, из которых особенно часто в пробах присутствовал вид *Brachicentrum subnubilus*. Моллюски представлены 11 видами, среди которых преобладают двустворчатые *Sphaerium*, *Pisidium*, *Euglesa*. Наибольшее число видов моллюсков обитает в Малой Оби. На всех участках реки обнаружены олигохеты, которые характеризуются наибольшей частотой встречаемости в пробах — до 66 %.

По качественному составу зообентос различных участков Оби различается незначительно: встречается 30—40 видов, из них около 20 — наиболее массовые и широко распространенные по всей реке.

В дельте р. Оби и Обской губе нами обнаружено около 80 видов донных беспозвоночных (табл. 1). Приведенный список наиболее полный по сравнению с данными других авторов [2, 3] и включает донных животных, обитающих на всем протяжении эстуария, от его речной части до места впадения в Карское

море. Принимая во внимание, что зообентос собирали в основном количественными орудиями сбора и некоторые формы остались не определенными до вида, можно полагать, что донная фауна Обской губы еще более разнообразна и по числу видов не уступает эстуариям других сибирских рек. В Обской губе не отмечено значительного уменьшения видового разнообразия по сравнению с бентосом реки (эффект Ремане), что характерно для эстуария Енисея и придельтовых участков Лены [6, 7]. Для Нижней Оби и Обской губы 32 вида являются общими, причем 74 % общих видов — это водные личинки насекомых. В Обской губе в составе бентофауны появляются нектобентические ракообразные, что характерно для эстуариев. В дельте Оби к этой группе относятся остракоды, в губе — *Mysis oculata relict*a, *Pseudalibrotis birulai*, *Gammaracanthus loricatus*, которые вместе с амфиподой *Pontoporeia affinis* и изоподой *Mesidothea entomon* образуют типичный эстуарный комплекс, развивающийся в устьях северных рек и на прилегающих к ним солоноватоводных участках морей.

В Северной части Обской губы, где соленость воды от 9 до 28 ‰, донная фауна приобретает морской характер. В ее составе появляются кумовые раки, крупный солоноватоводный моллюск *Portlandia arctica*, полихеты, из которых наиболее обычна *Marencellaria*, характерная для эстуариев других сибирских рек. Развитие в устьевых участках рек потребителей взвешенного вещества — двустворчатых моллюсков, олигохет, полихет, остракод, изопод, амфипод — является особенностью эстуариев, связанной с детритным и биогенным стоком реки. На самом северном разрезе Обской губы в устье эстуария обнаружены иглокожие — офиура *Stegophiura nodosa*.

В дельте Оби и южной части Обской губы зообентос представлен пресноводными видами, характерными для Нижней Оби. В средней и северной частях Обской губы пресноводные заменяются солоноватоводными и морскими: видовое разнообразие водных личинок насекомых уменьшается, а ракообразных и червей возрастает. По количеству донных видов Обская губа превосходит дельтовую часть эстуария и не уступает Нижней Оби, что объясняется обитанием в губе как пресноводных, так и солоноватоводных и морских компонентов зообентоса.

За пять лет исследований численность и биомасса зообентоса в период открытой воды на различных разрезах реки варьировали в больших пределах: от 140 до 3940 экз/м² и от 0,08 до 12 г/м², соответственно (табл. 2). Наиболее богаты бентосом участки реки в районе поселков Белогорья и Октябрьского, а также Малая Обь. Так, на илистых грунтах Малой Оби отмечены максимальные численность и биомасса для всей Нижней Оби, достигающие соответственно 31 000 экз/м² и 90 г/м². По численности доминируют олигохеты — до 99 %, по биомассе — моллюски — до 73 %. На самом северном разрезе

Таблица 2

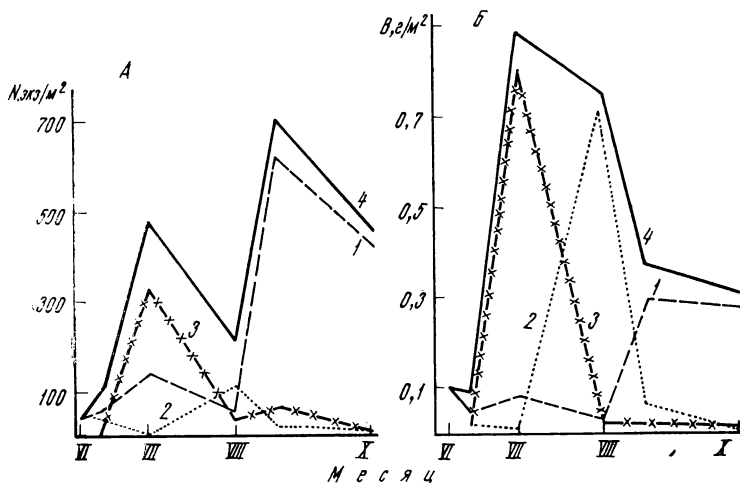
Среднесезонная численность (N, экз/м²) и биомасса (B, г/м²) зообентоса
Нижней Оби в различные годы

Разрез реки	1980		1981		1982		1983		1985	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
Пос. Белогорье . .	Нет свед.	Нет свед.	264	0,31	956	3,25	3320	2,83	1238	1,89
Пос. Октябрьское	»	»	3940	8,55	407	0,94	1770	0,62	1720	2,65
Пос. Перегребное	1245	1,63	411	1,03	499	2,02	2000	0,84	2760	3,54
Пос. Горки . . .	588	2,78	347	0,18	70	0,08	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	
Г. Салехард . . .	479	0,83	328	0,41	281	0,43	670	0,70	155	0,36
Малая Обь . . .	3140	12,16	3610	7,24	644	1,66	970	1,09	140	0,31

Таблица 3

Среднесезонная численность (в числителе, экз/м²) и биомасса
(в знаменателе, г/м²) зообентоса в дельте р. Оби и Обской губе
в различные годы

Основные группы бентоса	Дельта реки			Обская губа			
	Прибрежье		Русло	Южная часть			Северная часть
	1983	1985		1982	1983	1985	
<i>Oligochaeta</i>	$\frac{811}{0,37}$	$\frac{53}{0,10}$	$\frac{430}{2,29}$	$\frac{1159}{4,64}$	$\frac{347}{1,28}$	$\frac{484}{1,16}$	$\frac{7}{0,02}$
<i>Polychaeta</i>	—	—	—	—	—	—	$\frac{125}{4,99}$
<i>Crustacea</i>	$\frac{1339}{2,25}$	$\frac{80}{1,68}$	$\frac{70}{0,96}$	$\frac{118}{1,27}$	$\frac{58}{1,96}$	$\frac{227}{1,96}$	$\frac{106}{16,39}$
<i>Mollusca</i>	$\frac{1005}{0,09}$	—	—	$\frac{15}{0,34}$	$\frac{37}{0,03}$	—	$\frac{76}{1,07}$
<i>Chironomidae</i>	$\frac{476}{0,28}$	$\frac{73}{0,07}$	$\frac{120}{1,01}$	$\frac{117}{0,29}$	$\frac{31}{0,15}$	$\frac{249}{0,28}$	—
<i>Ophiuroidae</i>	—	—	—	—	—	—	$\frac{22}{2,14}$
Прочие организмы	$\frac{160}{0,01}$	$\frac{7}{0,00}$	$\frac{10}{1,23}$	—	—	—	$\frac{1}{0,13}$
Всего	$\frac{3791}{3,00}$	$\frac{213}{1,85}$	$\frac{650}{5,49}$	$\frac{1409}{6,54}$	$\frac{473}{3,42}$	$\frac{960}{3,40}$	$\frac{337}{24,74}$



Динамика численности (А) и биомассы (Б) зообентоса на разрезе у г. Салехарда.

1 — хирономиды, 2 — черви, 3 — водные личинки насекомых, 4 — суммарная.

Нижней Оби в районе г. Салехарда количественные показатели зообентоса были минимальны во все годы исследований. Биомасса бентоса составляла менее 1 г/м². Доминирующая группа по численности — личинки хирономид, по биомассе в разные годы преобладали моллюски, пиявки, личинки и куколки мошек, ручейников. Макроструктура зообентоса на других участках реки имеет различия в зависимости от характера грунтов. Как и в Малой Оби, наиболее богаты бентосом заиленные участки дна: максимальная численность достигает 24 000 экз/м², а общая биомасса 43 г/м². Почти вся численность приходится на долю олигохет, биомасса создается олигохетами и моллюсками. На песчаных грунтах ведущими группами в бентофауне становятся личинки насекомых — ручейников, хирономид. Общая биомасса бентоса варьирует от 0,06 до 13,6 г/м². Наиболее разнообразно заселены заиленные пески: встречается много видов хирономид, ручейников, мокрецов, моллюсков. Максимальная биомасса бентоса 26,1 г/м², доминируют двустворчатые моллюски и личинки насекомых.

Динамика численности и биомассы зообентоса имеет сходный характер на всех разрезах реки. Она обусловлена особенностями биологии донных организмов, доминирующих в бентофауне. Так как в бентосе реки особенно многочисленны личинки насекомых, они определяют изменения численности донных животных в течение сезона открытой воды. Обычно наблюдается два пика численности, связанные с массовым появлением в составе зообентоса личинок и куколок насекомых, чаще дву-

крылых,— летний и осенний, сроки наступления которых на разных участках Оби и в разные годы связаны с широтным положением разрезов и термическими условиями года. Динамика биомассы обусловлена ее колебаниями у нескольких групп донных организмов: моллюсков, олигохет, личинок насекомых. К концу сезона открытой воды на всех участках реки наблюдается снижение численности и биомассы всех групп зообентоса. Так, количественные изменения зообентоса отмечали в летне-осенний период в нижнем течении Оби в районе Салехарда (см. рисунок). Два пика численности и биомассы зафиксировано у хирономид — в июле и конце августа, резкий подъем общей биомассы бентоса в июле обусловлен массовым появлением в составе донной фауны личинок и куколок мошек. В период вылета имаго двукрылых (начало августа) в зообентосе преобладают черви, которые обуславливают повышение биомассы: олигохеты, нематоды, пиявки. В начале октября происходит снижение численности и биомассы всех групп донных организмов.

Биопродуктивность эстуариев, как правило, выше, чем впадающих рек, что обусловлено не только отсутствием таких характерных для рек факторов, как значительная скорость течения, турбулентный характер потока и обилие минеральной взвеси, но и тепловым, биогенным и детритным стоками, создающими в устьях рек и приустьевых участках весьма благоприятные условия для развития зообентоса [8]. Таковы крупные эстуарии рек сибирского севера, в том числе Обская губа. Сравнение величин среднесезонной численности и биомассы зообентоса Нижней Оби и Обской губы (табл. 3) в одни и те же годы исследований подтверждает эту закономерность. В дельте р. Оби в прибрежных ее участках средняя биомасса бентоса находится в пределах 1,85—3,0 г/м², а количество организмов может достигать на отдельных станциях 9000 на 1 м². Доминируют мелкие двусторчатые моллюски, олигохеты, остракоды. На заиленных русловых участках дельты максимальная биомасса бентоса достигает 8,2 г/м², доминирующей группой становятся олигохеты. В южной части Обской губы численность и биомасса бентоса варьируют в довольно больших пределах: количество организмов на 1 м² колеблется от 40 до 5640 экз., а биомасса от 0,1 до 25,2 г/м². Максимальные количественные показатели зообентоса отмечены на разрезе мыса Паюта (восточный берег), а минимальные — на разрезах и станциях в районах Нового Порта, Ямбурга, Мыса Каменного, т. е. в местах интенсивной хозяйственной деятельности. На долю олигохет в южной части Обской губы приходится 50—80 % общего количества организмов и 34—71 % биомассы, они доминируют почти на всех станциях. В северной части Обской губы в районе ее впадения в Карское море отмечена максимальная для всего эстуария биомасса зообентоса — 121,25 г/м². Средняя числен-

ность донных организмов в северной части Обской губы составила 337 экз/м², а биомасса 24,74 г/м². По численности преобладают полихеты и моллюски, по биомассе — моллюски. С увеличением солености воды в Обской губе возрастает биомасса зообентоса в связи с проникновением из Карского моря крупного двустворчатого моллюска *Portlandia arctica*, полихет, иглокожих. Районы Карского моря, примыкающие к Обской губе, имеют еще более богатую донную фауну [1]. Обскую губу можно рассматривать как переходную зону, или экотон, между пресноводными и морскими местообитаниями.

Динамика численности и биомассы зообентоса в южной части Обской губы в основном обусловлена колебаниями численности и биомассы олигохет, количество других донных животных изменяется в течение сезона открытой воды в меньшей степени.

Донная фауна Нижней Оби, дельты реки и Обской губы включает около 140 видов и таксонов беспозвоночных. По качественному составу зообентос ценен в кормовом отношении для рыб-бентофагов, так как почти все группы донных организмов могут быть использованы в пищу рыбами. В питании рыб-бентофагов важное значение имеют водные личинки насекомых и моллюсков, которые наиболее разнообразно и обильно представлены в бентосе.

По количественным показателям зообентоса Обская губа превосходит реку, но районы, характеризующиеся максимальной биомассой, мало используются рыбами из-за неблагоприятного гидрологического режима [5]. В р. Оби, как уже отмечалось [9], наблюдается снижение биомассы от верхнего течения к нижнему. Наиболее продуктивны заиленные участки дна, где ведущими формами являются олигохеты и моллюски. Особенности эстуария р. Оби, отмеченная в наших исследованиях и отличающая его от эстуариев других сибирских рек, — это обилие олигохет в зообентосе южной части Обской губы, их резкое доминирование среди других групп донных организмов, что может быть связано с загрязнением воды и грунтов на этом участке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкевич Л. А. Биология морей СССР. М.: Наука, 1963.
2. Иоффе Ц. И. Донная фауна Обь-Иртышского бассейна и ее рыбохозяйственное значение // Изв. ВНИОРХ. 1947. Т. 25, вып. 1. С. 113—160.
3. Лещинская А. С. Зоопланктон и бентос Обской губы как кормовая база для рыб // Тр. Салехард. стационара УФАН СССР. Свердловск, 1962. Вып. 2. С. 27—76.
4. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. Л.: Наука, 1975.
5. Москаленко Б. К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд-ния ВНИОРХ. 1958. Т. 1. С. 22—27.

6. Пирожников П. Л. Основные черты донного населения низовья р. Енисея и Енисейской губы // Тр. Астрахан. техн. ин-та рыбн. пром-сти и хоз-ва. 1941. Вып. 1. С. 135—157.

7. Пирожников П. Л. Питание и пищевые отношения рыб в эстуарных районах моря Лаптевых // Вопр. ихтиологии. 1955. Вып. 3. С. 140—185.

8. Пирожников П. Л. Эстуарные биомы как крупные экосистемы и их изменения под влиянием хозяйственной деятельности // Биологические процессы в морских и континентальных водоемах: Тез. докл. II съезда ВГБО. Кишинев, 1970. С. 296—298.

9. Садырин В. М., Бутакова Т. А., Кузикова В. Б., Слепурова Н. А. Современное состояние бентоса нижней Оби и прогноз гидробиологических изменений в связи с перераспределением стока // Экология. 1984. № 4. С. 64—70.

Т. С. ЛЮБИМОВА, А. П. ВАСИЛЬЧИКОВА,
В. П. МАТЮХИН, С. П. СИЛИВРОВ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ФИТОПЛАНКТОНА
РЕФТИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СВЯЗИ С ВЫРАЩИВАНИЕМ
РАСТИТЕЛЬНЫХ РЫБ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ**

В связи с освоением водоемов-охладителей в рыбохозяйственных целях в 1985 г. проводили комплексные исследования Рефтинского водохранилища для изучения потенциальной продуктивности, определения оптимального варианта рыбохозяйственного использования. Один из основных путей повышения рыбопродуктивности водоемов — эффективное освоение кормовых ресурсов на всех трофических уровнях. Нами велось изучение развития и продуцирования фитопланктона и определение потенциальной величины ихтиомассы рыб-фитофагов при потреблении первичной продукции. Известно, что первичная продукция фитопланктона характеризует трофический уровень водоема и является показателем его рыбопродуктивности [1, 4].

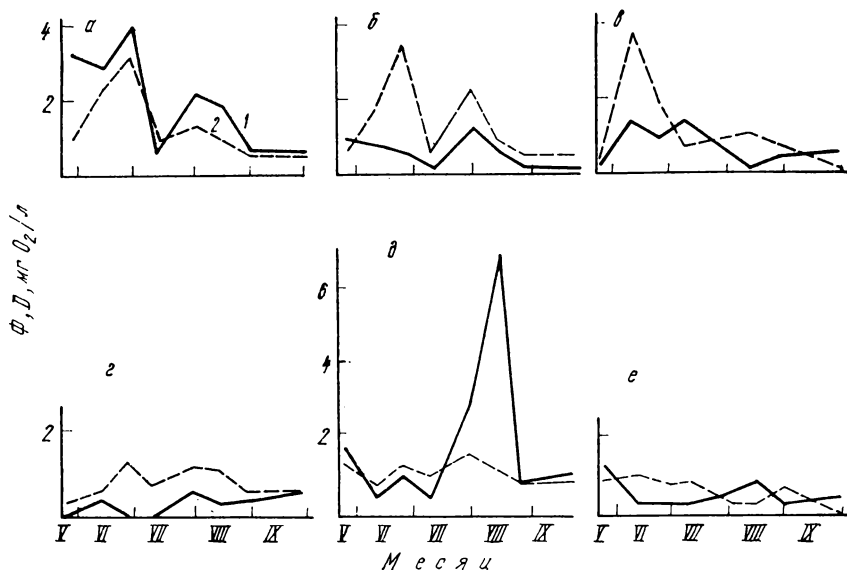
Рефтинское водохранилище (площадь 2530 га, средняя глубина 5,4, максимальная до 22 м) образовано в 1969 г. на р. Рефт, это водоем-охладитель Рефтинской ГРЭС. По данным УралТЭП, тепловому воздействию подвержена большая часть его акватории (до 85 % площади). Необогреваемая зона включает в основном верховье. Температура воды зимой в естественной части водоема средняя для столба воды 2,5°C, в обогреваемой 12,1°C, летом соответственно 9,7—24,2 и 15,1—28,0°C. Высокие температуры воды, достигающие 27,3—30,0°C, стабильно держались в поверхностном слое с 26 июня по 28 августа, лишь в середине июля и августа наблюдалось кратковременное понижение до 25,3°C. Температурный градиент в апреле составил 9,6, в мае и сентябре 4,0—4,8, в июне-июле 1,1—3,3, в августе 2,7—4,9°C. Водохранилище заполнено пресной гидрокарбонатно-магниевого средней жесткости водой со значительным содержанием органического вещества (ПО 12—39 мг O₂/л). Минерализация 100—350 мг/л. Содержание биогенов по водоему варьировало в широких пределах: NH₄⁺ от 0,2 до 1,1, NO от 0,006 до 0,2, NO₃⁻ от 0,3 до 3,0, PO₄³⁻ 0,006—0,85 мг/л. Максимальные значения отмечены в верховье водохранилища и обу-

словлены поступлением их со стоком бытовых и производственных вод г. Асбеста и его предприятий. Этот сток (по данным УралНИИВХ) составляет 658 л/с, рН воды в водохранилищах изменяется от 6,9 до 8,9. Газовый режим благополучен круглогодично. Прозрачность воды (S) по диску Секки 0,7—1,35 м. Заращаемость водоема макрофитами невелика (2,5 % площади).

Изучение первичной продукции фитопланктона Рефтинского водохранилища проводили впервые с мая по сентябрь 1985 г. один-два раза в месяц. Интенсивность фотосинтеза определяли скляночным методом кислородной модификации [3, 10] с суточной экспозицией на трех горизонтах (у поверхности 0,25 S , на глубине 0,9—1,0 м — 1 S и у дна), на двух постоянных станциях: в зоне с естественным термическим режимом (глубина 4 м) и в зоне, подверженной обогреву (глубина 8,2 м). По убыли растворенного кислорода в темных склянках оценивали интенсивность процессов минерализации (деструкции) органического вещества. Изучение фитопланктона проводили с апреля по сентябрь три раза в месяц, осенью и зимой — один раз в месяц. Всего было собрано 195 проб на семи постоянных станциях. Сбор и обработку материала вели общепринятыми методами [10]. Для оценки продуктивности фитопланктона водохранилища рассчитан P/V -коэффициент для естественной, обогреваемой зон и водохранилища в целом. Это один из главных показателей, характеризующих эффективность функционирования фитопланктона в водоеме [9]. P — чистая продукция, составляющая 80 % валовой [5], V — среднесезонная биомасса. Энергетический эквивалент продукции при этом принимали равным 3,4 кал/мг [3], биомассы фитопланктона 0,8 кал/мг сырой массы. Интенсивность обмена водорослей определена отношением деструкции (D), составляющей 20 % валовой продукции, к биомассе фитопланктона.

Основная часть первичной продукции в Рефтинском водохранилище создавалась в поверхностном слое в условиях наилучшей освещенности. С глубиной, при низкой прозрачности воды (0,9—1,0 м), интенсивность фотосинтеза заметно снижалась (см. рисунок). Так, скорость продуцирования в поверхностном горизонте составляла 0,64—4,00 (необогреваемая зона) и 0,32—7,04 мг O_2 /л в сутки (обогреваемая зона); на горизонте 1 S (0,9—1,0 м) и у дна на мелководной станции не превышала 0,10—1,36 мг O_2 /л в сутки, на восьмиметровой глубине она была минимальная — 0,00—0,64 мг O_2 /л в сутки. Ход изменения фотосинтеза на оптимальной глубине в естественной части водоема имел вид двувершинной кривой (см. рисунок). Первый максимум (до 4,0 мг O_2 /л в сутки) приходился на конец июня; второй (до 2,24 мг O_2 /л в сутки) — на конец июля.

В обогреваемой зоне отмечен один пик (до 7,04 мг O_2 /л в сутки), не совпадающий во времени с максимумами необогреваемой зоны, который приходится на середину августа. Средне-



Динамика фотосинтеза (1) и деструкции (2) органического вещества в Рефтинском водохранилище в 1985 г.

Необогреваемая зона: а — у поверхности, б — на глубине 1 м, в — у дна 8,2 м. Обогреваемая зона: г — у дна 4,0 м, е — у поверхности, е — на глубине 0,9 м.

суточная продукция за сезон в метровом слое воды естественной зоны была 1,30, обогреваемой 1,24 мг O_2 /л в сутки, в среднем для всего столба воды эти показатели соответственно равнялись 1,06 и 0,91 мг O_2 /л в сутки, под 1 м^2 — 3,59 и 2,81 г $O_2/\text{м}^2$ (табл. 1). Валовая продукция естественной зоны за сезон составляла 553,1 г $O_2/\text{м}^2$ (1880,6 ккал/ м^2), обогреваемой 432,4 г $O_2/\text{м}^2$ (1470,2 ккал/ м^2), средняя 450,6 г $O_2/\text{м}^2$ (1532,3 ккал/ м^2), с водоема в целом 11,4 тыс. т O_2 . Деструкционные процессы наиболее интенсивно проходили также в естественной части водохранилища. Здесь в июне во всей толще столба воды скорость минерализации достигла максимума за сезон (3,20—3,84 мг O_2 /л в сутки). В конце июля — начале августа после некоторого понижения (до 0,7—0,9) вновь наблюдалось ее повышение (до 1,06—2,24 мг O_2 /л в сутки). В обогреваемой зоне деструкция изменялась волнообразно в незначительных пределах и не достигала высоких значений (0,32—1,60 O_2 /л в сутки). Среднесуточная величина ее за сезон в верхней необогреваемой зоне составляла 1,08 мг O_2 /л в сутки, в центральной обогреваемой 0,84 мг O_2 /л в сутки, или 4,50 и 3,07 г $O_2/\text{м}^2$ соответственно. Суммарная величина минерализации органического вещества за сезон в зоне холодной воды достигла 622,7 г $O_2/\text{м}^2$ (2355,4 ккал/ м^2), обогреваемой — 469,6 г $O_2/\text{м}^2$ (1596,5 ккал/ м^2),

Таблица 1

Интенсивность фотосинтеза (Ф) и деструкция (Д) (средние для столба воды), валовый фотосинтез (А), деструкция органического вещества (R) в Рефтинском водохранилище с мая по сентябрь 1985 г. (153 дня)

Месяц	Необогреваемая зона					
	Ф		Д	А	R	A—R
	мг O ₂ /л	г O ₂ /м ²	г O ₂ /м ²	ккал/м ²		
Май	1,42	3,67	2,39	386,9	251,9	135,1
Июнь	1,73	6,10	10,90	622,2	1111,8	—489,6
Июль	1,05	5,10	4,60	537,5	484,8	52,8
Август	0,66	1,86	3,30	196,2	247,8	—151,6
Сентябрь	0,43	1,35	1,56	137,8	159,1	21,3
Среднее за сезон	1,06	3,59	4,50	—	—	—
Всего	—	—	—	1880,6	2355,4	—474,8

Месяц	Обогреваемая зона					
	Ф		Д	А	R	A—R
	мг O ₂ /л	г O ₂ /м ²	г O ₂ /м ²	ккал/м ²		
Май	0,96	4,40	3,56	463,8	375,2	88,6
Июнь	0,39	1,34	4,54	136,7	463,1	—326,4
Июль	0,80	2,36	3,10	248,7	326,7	—78,0
Август	1,63	3,54	2,70	373,1	284,6	88,5
Сентябрь	0,76	2,43	1,44	247,9	146,9	101,0
Среднее за сезон	0,91	2,81	3,07	—	—	—
Всего	—	—	—	1470,2	1596,5	—126,3

средняя — 502,0 г O₂/м² (1708,8 ккал/м²), с водоема в целом 12,7 тыс. т кислорода. Более высокий уровень первичной продукции и деструкции в верхней части водохранилища в значительной мере обусловлен удобрительным эффектом аллохтонных биогенов, поступавших в верховье из Бол. Рефта (притока р. Рефт).

Соотношение суточных величин первичной продукции и деструкции показало, что первая преобладала над второй в основном в поверхностном слое необогреваемой зоны и в отдельные сроки — обогреваемой. В целом за сезон биотический баланс планктона водохранилища отрицательный (отношение интегральной величины первичной продукции к деструкции органического вещества (A:R) в естественной части составляло 0,80, в обогреваемой 0,92, среднее 0,90. Процессы минерализации

органического вещества превалировали над его продуцированием в 1,3—1,1 раза соответственно.

Фитопланктон водохранилища включает 96 таксонов водорослей из следующих систематических групп: синезеленых 7, эвгленовых 4, диатомовых 27, протококковых 51, пиропитовых 1, десмидиевых 6. На первом месте по разнообразию протококковые водоросли (53 % от всего состава), на втором — диатомовые (28 %), затем по количеству таксонов следуют отделы синезеленых (7,3 %), десмидиевых (6,3 %), а значение водорослей остальных групп очень мало. Необходимо отметить, что в верхней, необогреваемой зоне по сравнению с обогреваемой обнаружено больше синезеленых (3—4 против 1—3), эвгленовых (3 против 1—2), диатомовых (18—19 против 2—13), протококковых (24—26 против 9—24); 39,6 % состава — это виды-индикаторы органического загрязнения, большинство из них относится к β -мезосапробам. Наибольшим разнообразием индикаторных форм отличается верхняя необогреваемая часть. Высокой численности достигают такие β -мезосапробы, как *Melosira varians*, *Rediastrum simplex*, *Ankistrodesmus angustus*.

С октября по февраль развитие водорослей было крайне слабым. В апреле при температуре воды 9—12°C наблюдалось ее «цветение», вызываемое диатомовыми водорослями (от 5,7 до 36,5 млн кл/л). Прозрачность воды при этом снижалась до 0,8—0,5 м, рН повышалась до 9,5—10,0. Однако «цветение» на разных участках водохранилища ввиду неодинаковых экологических условий (термического режима и концентрации биогенных элементов) не совпадает во времени. В теплой зоне (станции 1, 2) оно зарегистрировано в начале апреля в результате массового развития диатомовой водоросли *Melosira varians* (13—14 млн кл/л), в естественной зоне (станция 3), где вода прогревается позже, «цветение» отмечено в конце мая и вызвано оно диатомеей *Cyclotella meneghiniana* (до 15 млн кл/л), которая является α - и β -мезосапробом, что говорит о более интенсивном загрязнении этого участка водоема. Кроме того, эта водоросль служит показателем присутствия сероводорода. На станции 6, которая также не подвержена влиянию теплой воды, «цветение» наблюдалось лишь в июне за счет развития диатомовой водоросли *Coscinodiscus lacustris*. В это время по всему водохранилищу, за исключением самого верхнего его участка, наблюдалось невысокое и равномерное развитие протококковых водорослей.

В начале июля, когда температура воды достигала 29°C, наблюдалось угнетение развития фитопланктона. С конца июля и до конца августа интенсивно развивалась протококковая водоросль *Rediastrum simplex* с максимумом в середине августа до 23,5 млн кл/л (станция 1), 18,3 и 11,5 млн кл/л (станции 5 и 7 соответственно). В сентябре численность водорослей резко снижалась.

Таблица 2

Численность (в числителе, млн кл/л) и биомасса (в знаменателе, г/м³) фитопланктона Рефтинского водохранилища в 1985 г. (средние за месяц и сезон)

Месяц	Станция						
	1	2	3	4	5	6	7
Апрель	8,43	7,10	3,08	—	—	—	—
	7,20	4,47	2,52				
Май	6,61	5,58	15,00	4,51	11,53	5,12	—
	4,82	4,24	13,60	3,35	12,50	6,50	
Июнь	0,39	0,85	2,94	1,09	1,27	5,06	—
	0,27	1,65	2,72	2,13	1,13	9,43	
Июль	1,18	3,19	3,31	4,39	3,03	1,28	1,47
	0,50	1,28	1,30	1,38	1,46	0,98	0,58
Август	12,79	3,14	4,51	2,40	10,62	2,23	6,62
	3,60	1,14	0,84	0,79	3,06	0,83	1,80
Сентябрь	2,10	2,45	1,24	2,07	3,81	0,66	1,72
	0,63	0,67	0,37	0,56	1,10	0,10	0,54
Среднее за сезон	5,25	3,72	5,01	2,89	6,05	2,87	3,27
	2,84	2,24	3,56	1,64	3,85	3,57	0,97

Примечание. Станции 3 и 6 в необогреваемой верхней части водоема, станция 5 в зоне умеренного обогрева, станции 1, 2, 4, 7 — в обогреваемой зоне.

В динамике развития фитопланктона наиболее обогреваемых участков (станции 1 и 2) наблюдалось три пика: ранней весной (в апреле), в конце мая и осенью (в середине августа); в необогреваемой зоне (станции 3 и 6) — один, но более мощный, который приходился на август.

Общая биомасса фитопланктона на разных участках водохранилища различна (табл. 2). Наиболее высокие величины (3,56—3,85 г/м³) отмечены в верхней части водоема, в отроге Бол. Рефта (станции 3, 5, 6 — необогреваемая и прилегающая к ней минимально обогреваемая зоны). Самая низкая биомасса (0,97—1,64 г/м³) характерна для обогреваемой зоны нижней части водохранилища (станции напротив устьев 2-й, 4-й и 5-й рек), что, вероятно, связано с влиянием речных вод, как правило, обедненных планктоном. В центральной обогреваемой части на слиянии Бол. и Мал. Рефтов и у садков она занимала промежуточное положение. Средняя биомасса водорослей необогреваемой зоны оказалась несколько выше, чем в остальной

части водоема (3,56, или 19,4 против 2,31 г/м³, или 15,7 г/м² соответственно). В среднем по водохранилищу она составила 2,93 г/м³, или 16,2 г/м². В исследованных зонах водохранилища самые высокие Р/В-коэффициенты фитопланктона за сезон отмечены в более продуктивной части — необогреваемой зоне (97,1 против 93,3), т. е. вся биомасса водорослей здесь (3,6 г/м³) совершает за 153 дня 97 оборотов, тогда как в обогреваемой (2,3 г/м³) — 93 оборота, при более высокой интенсивности обмена — Д/В (24,3 против 23,3):

Естественная зона					
В*	Р	Р/В	Д	Д/В	А
15,5	1504,5	97,1	376,1	24,3	1880,6
Обогреваемая зона					
В	Р	Р/В	Д	Д/В	А
12,6	1176,2	93,3	294,0	23,3	1470,2

* В — биомасса, Р — чистая продукция, Д — деструкция фитопланктона, А — валовая продукция, ккал/м².

Сравнение всех этих продукционных показателей основных экологических зон водохранилища выявило более эффективную работу системы необогреваемой зоны. Темп продуцирования фитопланктона для водохранилища в целом составил 94,3 при Д/В 23,6. Для сравнения приведем величины Р/В-коэффициентов фитопланктона по другим водоемам: в эвтрофном оз. Дривяты 22 [5, 11], в эвтрофном оз. Чернявское 61, в мезотрофном оз. Пелюга в естественном состоянии 119—150, после удобрений — 184 [9, 14].

На основании величин чистой продукции фитопланктона с привлечением литературных данных о степени использования фитопланктона рыбами, а также с использованием кормовых коэффициентов рассчитана потенциальная рыбопродукция от потребления фитопланктона различных экологических зон и водохранилища в целом. По данным ряда исследователей выявлено, что без ущерба для кормовой базы водоема можно извлекать (с учетом вселенцев) 3—20 % продукции фитопланктона [8, 12, 15, 16]. Учитывая, что Рефтинское водохранилище мезотрофного типа, средней продуктивности и ихтиофауна, наряду с малоценными аборигенами, включает интродуцированные виды (лещ, судак, карп), для сохранения равновесия экосистемы водохранилища было принято решение о вовлечении в рыбохозяйственный оборот не более 3 % эффективной про-

дукции. Ожидаемая рыбопродукция за счет потребления фитопланктона в Рефтинском водохранилище может быть также рассчитана исходя из соотношения вылова рыб и первичной продукции, полученного рядом авторов на обширном фактическом материале [1, 2, 6, 7], но поскольку лов рыбы в Рефтинском водохранилище не стабилен и ведется по годам с разной интенсивностью, этот метод расчета в данном случае нецелесообразен. Кормовой коэффициент по фитопланктону принимали равным 50 [13], калорийность рыб 1.

Потенциальная рыбопродукция при потреблении фитопланктона естественной части водохранилища приблизительно может быть оценена величиной 3,4 т, обогреваемой — 15,2 т, водоема в целом — 18,6 т, или 7,4 кг/га. Для получения такой величины ихтиомассы рыб-фитофагов, с учетом промыслового возврата 50 % и массы тела товарной рыбы (600 г), необходимо проводить ежегодные посадки двухлетних особей белого толстолобика массой тела 200—250 г в количестве 25 шт/га, или 62,4 тыс. экз.

В заключение следует отметить, что продукционно-деструкционные процессы интенсивнее проходили в верхней необогреваемой части водохранилища, более богатой аллохтонными биогенами от бытовых и производственных стоков г. Асбеста и его предприятий. Среднесезонная величина скорости продуцирования здесь составляла 1,06 мг O_2 /л в сутки, деструкция — 1,08 мг O_2 /л в сутки, валовая продукция (V—IX) 1880,6 ккал/м², суммарная деструкция 2355,4 ккал/м². В обогреваемой зоне эти показатели соответственно были ниже (0,91; 0,84 мг O_2 /л в сутки, 1470,2; 1596,1 ккал/м²). Продукция с водоема в целом составила 11,4 тыс. т кислорода, общая величина его потребления 12,7 тыс. т.

Биотический баланс планктона водохранилища отрицательный ($A/R=0,90$). Преобладание деструкции над фотосинтезом свидетельствует о присутствии органического вещества не автохтонного происхождения.

Состав фитопланктона водохранилища не богат (96 таксонов). Большим видовым разнообразием, высоким уровнем развития фитопланктона и темпами его продуцирования отличались верхняя необогреваемая и прилегающая к ней слабообогреваемая зоны. Здесь отмечено больше видов синезеленых, эвгленовых, диатомовых, протококковых водорослей; общая биомасса составляет 19,4 г/м², или 3,6 г/м³, сезонный Р/В-коэффициент 97,1.

Поступление тепловой энергии со сбросными водами ГРЭС обуславливает увеличение вегетационного периода в обогреваемой зоне более чем на месяц, но ввиду высоких температур воды (27—29°С) в летний период, повышения общего уровня развития и скорости продуцирования фитопланктона в этой зоне не наблюдается. Это говорит о том, что система естественной

части водохранилища работает наиболее эффективно по сравнению с обогреваемой.

По величине интенсивности фотосинтеза (максимальная 4—7 мг O_2 /л в сутки), валовой первичной продукции (средняя по водоему 1532,0 ккал/м²), согласно классификации Г. Г. Винберга [4], Рефтинское водохранилище относится к мезотрофным среднепродуктивным водоемам. По санитарному состоянию оно относится к β -мезосапробному типу.

Потенциальная рыбопродукция от утилизации фитопланктона естественной части водоема оценивается величиной 3,4 т, обогреваемой — 15,2 т, водоема в целом — 18,6 т, или 7,4 кг/га. Для получения этой дополнительной рыбопродукции за счет потребителей фитопланктона необходимо в водохранилище ежегодно проводить посадки двухлетних особей белого толстолобика массой 200—250 г в количестве 25 шт/га, или 62,4 тыс. экз., с учетом промыслового возврата 50 % и массы тела товарной рыбы 600 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бульон В. В. Зависимость рыбопродуктивности водоемов от первичной продукции // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Л., 1983. Вып. 196. С. 3—11.
2. Бульон В. В., Винберг Г. Г. Соотношение между первичной продукцией и рыбопродуктивностью водоемов // Основы изучения пресноводных экосистем. Л., 1981. С. 3—10.
3. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960.
4. Винберг Г. Г. Современное состояние и задачи изучения первичной продукции водоемов // Первичная продукция морей и внутренних водоемов. Минск, 1961. С. 11—24.
5. Винберг Г. Г. Общие особенности экологической системы оз. Дривяты // Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., 1970. С. 185—195.
6. Винберг Г. Г. Особенности экосистем пресноводных водоемов (из итогов советских исследований по МБП) // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1975. С. 200—202.
7. Иванова М. Б. Соотношение трофических уровней в планктоне пресных вод // Журн. общей биологии. 1981. Т. 42, № 2. С. 28—32.
8. Калинина С. Г. Фитопланктон Цимлянского водохранилища и его продукция: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Л., 1978.
9. Лаврентьева Г. М., Терешенкова Т. В. Обоснование выбора критериев для определения эффективности удобрения в малых озерах // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Л., 1983. Вып. 196. С. 12—19.
10. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. Л., 1984.
11. Михеева Т. М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона // Биологическая продуктивность эвтрофного озера. М., 1970. С. 50—70.
12. Небольсина Т. К. Биопродукционные возможности Волгоградского водохранилища и мероприятия по повышению его рыбопродуктивности // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Вып. 128. С. 12—17.
13. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т. 2. М., 1986.

14. Терешенкова Т. В. Особенности продуцирования фитопланктона малых удобряемых озер Северо-Запада: Автореф. дис. ...канд. биол. наук. Л., 1983.

15. Цееб Я. Я. Баланс биогенных элементов и возможный объем изъятия сестона из водохранилищ Днепровского каскада // Тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1971. С. 23—25.

16. Яковлева А. Н. Кормовые ресурсы и рыбопродуктивность волжских водохранилищ // Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 138. С. 13—18.

Г. А. СОКОЛОВА

БИОЛОГИЯ ХИРОНОМИД ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. ИСЕТИ

Река Исеть — левый приток р. Тобола (Обь-Иртышский бассейн) — в верховьях протекает по восточному склону Среднего Урала. Верхнее течение от истоков (оз. Исетское) до г. Каменска-Уральского общей протяженностью 175 км загрязняется бытовыми и промышленными стоками, поступающими главным образом из г. Свердловска. Характер реки горный, русло извилистое, порожистое, глубины до 2 м, скорость течения 0,3—2,2 м/с.

Верхнее течение р. Исети с притоками (реки Северка, Решетка, Арамилка, Сысерть) изучается нами с 1967 г. [1—6]. Всего зарегистрирована 91 личиночная форма хирономид, из них: в р. Исети 51, р. Северке 36, р. Решетке 28, р. Сысерти 36, р. Арамилке 12. Притоки — небольшие (длиной 16—65 км) чистые речки, имеют важное значение, так как сохраняют фауну, т. е. являются резервом реофильных форм. В р. Решетке отмечено 75 % оксибионтных форм хирономид, в р. Северке 64 %.

Загрязнения оказывают сильное влияние на фауну хирономид. В местах, загрязняемых бытовыми стоками, фауна более лимнофильна. В р. Арамилке, например, отмечены только лимнофильные формы хирономид, так как речка загрязнена бытовыми стоками и зарегулирована. В местах, сильно загрязненных промстоками, хирономиды отсутствуют полностью (участок р. Исети ниже г. Свердловска протяженностью 25 км). Исследованный нами (в 1983—1984 гг.) участок реки от истоков до Верх-Исетского водохранилища (25 км), а также водохранилище (1440 га) промстоками не загрязняются, так как обеспечивают централизованное водоснабжение г. Свердловска. Ширина реки здесь 8—30 м, течение 0,3—0,8 м/с, глубина 0,5—1,0 м. Характерны несформированные речные грунты. Выделено два комплекса хирономид: псаммопелореофильный и фитореофильный. Зарегистрировано 35 личиночных форм хирономид (см. список), один вид, новый для фауны Урала — *Demeijerea rufipes* Linne. Доминирующие три формы хирономид — *Polypedium convictum*, *Micropsectra praecox*, *Cricotopus silvestris* имеют две

генерации в год. Основные вылеты имаго: первый — в конце мая — начале июня (температура воды 10—14°С), второй — в конце июля — начале августа (температура воды 18—20°С).

Polypedilum convictum — массовая форма личинок хирономид верхнего течения р. Исети на глубине 0,6—0,8 м при скорости течения 0,3—0,4 м/с. Личинки *P. convictum* живут в иловых домиках, предпочитают заиленный песок на глубине 0,6—1,0 м. Личинки и куколки темно-красные. Личинка IV возраста имеет среднюю массу 4—5 мг при длине тела 9—10 мм. Средняя масса куколки 4,5 мг. В течение всего периода нам встречались личинки *P. convictum* разных размеров и возрастов. Это говорит о одновременности созревания личинок и растянутости вылетов имаго. Однако основные наиболее массовые вылеты имаго происходят во второй половине мая — начале июня и во второй половине июля — начале августа. Вид имеет две генерации в год. В начале мая при температуре воды 2—4°С встречаются личинки *P. convictum* со средней массой 2—5 мг. В конце мая — начале июня при температуре воды 10—14°С происходит массовый вылет имаго. Молодые личинки нового поколения со средней массой 0,2 мг начинают появляться в конце мая — начале июня, но в незначительных количествах. В конце июня появляются уже личинки IV возраста. Во второй половине июля при температуре воды 20°С встречаются разновозрастные личинки *P. convictum*, но преобладает молодь средней массы 0,1—0,3 мг. В середине августа отмечены личинки средней массы 1—5,0 мг. Преобладают личинки средней массы 0,8—2,5 мг. В середине сентября (температура воды 8°С) после вылетов имаго и от рождения молоди отмечены личинки *P. convictum* средней массы 0,3—1,5 мг, преобладают среди них имеющие среднюю массу 0,5—1,5 мг при длине тела 6 мм.

Следует отметить, что низкие численность (20—40 экз/м²) и биомасса (0,01 г/м²) этой формы наблюдались в июне после массовых вылетов имаго из перезимовавших личинок. Пики численности и биомассы мы наблюдали 16.09.1983 г. — 1416 экз/м² и 0,95 г/м² и 25.07.1984 г. — 3260 экз/м² и 1,92 г/м². Высокая численность в сентябре объясняется отрождением молоди и отсутствием вылетов имаго, наиболее высокая численность отмечается обычно в июле после отрождения молоди.

Личинки ***Micropsectra praecox*** являются одним из наиболее часто встречающихся видов хирономид верхнего течения р. Исети. В наибольших количествах встречаются на глубине 0,6—0,8 м при скорости течения 0,3—0,4 м/с, грунт — заиленный песок. Личинки мелкие. Средняя масса личинки IV возраста 0,5—0,7 мг при длине тела 5 мм. Цвет личинки розовый. Вид имеет две генерации в год. Вылеты имаго: первый — во второй половине мая — начале июня (температура воды 10—14°С) и второй — во второй половине июля — начале августа (температура воды 20—18°С). Отдельные особи летят с мая по сентябрь.

Окукливающиеся личинки IV возраста со средней массой 0,5 мг найдены нами 7.06.1984 г. Самую низкую численность (20—80 экз/м²) личинок этой формы наблюдали во второй половине июня за счет вылетов имаго, наибольшую (970 экз/м²) — в конце июля за счет отрождения молоди. Биомасса этой формы низка и за весь период исследований не превышала 0,35 г/м².

Личинки *Cricotopus silvestris* являются массовым видом на водной растительности (элодее, стрелолисте) верхнего течения р. Исети. Личинки мелкие, средняя масса IV возраста не превышает 1 мг при длине тела 4—5 мм. Личинки серовато-зеленоватого цвета, живут на нижней стороне плавающих листьев стрелолиста и в пазухах листьев элодеи. Вылеты имаго из личинок *Cricotopus silvestris* растянуты и происходят в течение всего летнего периода. Об этом свидетельствует постоянное нахождение нами куколок и окукливающихся личинок IV возраста.

Указанные материалы собраны нами 20.06.1984 г., 25.07.1984 г., 5.07.1983 г., 13.07.1983 г., 18.08.1983 г. Также постоянно встречаются и мелкие, только что отродившиеся молодые личинки средней массы 0,1 мг. Массовые вылеты имаго происходят: первый — во второй половине мая — начале июня, второй — в конце июля — начале августа. Наибольшие численность (4120 экз/м²) и биомасса (1,08 г/м²) отмечены 25.07.1984 г. Личинки *Cricotopus silvestris*, имея небольшую среднюю массу, играют значительную роль в питании молоди всех видов рыб, нагуливающих именно в зарослях макрофитов. Общая численность личинок хирономид за период исследований не превышала 3,8 тыс. экз/м², а биомасса — 2,25 г/м².

Личинки хирономид верхнего течения р. Исети [до Верх-Исетского водохранилища]

CHIRONOMIDAE

Stempelina bausei Kieff.

Microsectra gr. *praecox* Mg.

Tanytarsus gr. *gregarius* Kieff.

Tanitarsus lobatifrons Kieff.

Cladotanytarsus mancus v. d. Wulp.

Parachironomus pararostratus Harn.

Cryptochironomus defectus Kieff.

Cryptochironomus sp.

Cryptotendipes nigronotens Edw.

Paracladopelma camptolabis Kieff.

Demicryptochironomus vulneratus Zett.

Glyptotendipes gripecoveni Kieff.

Chironomus obtusidens Goet.

Chironomus f. l. *semireductus* Lenz.

Endochironomus impar Walk.

Endochironomus albipennis Mg.

Endochironomus tendens F.

Limnochironomus tritonus Kieff.

Limnochironomus nervosus Staeg.

Polypedilum convictum Walk.
Polypedilum scalaenum Schr.
Paratendipes intermedius Tschern.
Demeijerea rufipes Linne.
Microtendipes chloris Mg.

ORTHOCLADIINAE

Psectrocladius psilopterus Kieff.
Cricotopus gr. *silvestris* F.
Cricotopus gr. *algarum* Kieff.
Paratrichocladius inaequalis Kieff.
Thienemanniella clavicornis Kieff.

DIAMESINAE

Prodiamesa olivacea Mg.
Prodiamesa bathyphila Kieff.

TANYPODINAE

Procladius ferrugineus Kieff.
Procladius choreus Mg.
Ablabesmyia fr. *monilis* L.
Ablabesmyia sp.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколова Г. А. К фауне личинок хирономид р. Сысерти (Свердловская область) // Тр. Свердл. с.-х. ин-та. 1970. Т. 20. С. 239—241.
2. Соколова Г. А. Личинки хирономид верхней части реки Исети (от истоков до г. Каменска-Уральского Свердловской области), загрязняемой различными стоками // Биологические процессы в морских и континентальных водоемах. Кишинев, 1970. С. 341—342.
3. Соколова Г. А. К фауне хирономид верхнего течения р. Исети // Гидробиол. журн. 1974. № 2. С. 73—76.
4. Соколова Г. А. Количественная динамика личинок хирономид Верх-Исетского водохранилища // Гидробиол. журн. 1975. № 3. С. 52—54.
5. Соколова Г. А. К фауне личинок хирономид некоторых небольших уральских рек // Фауна Урала и Европейского Севера. Свердловск, 1976. Вып. 5. С. 92—95.
6. Соколова Г. А. Личинки хирономид речки Северки // Фауна, экология и изменчивость животных. Свердловск, 1978. С. 30—32.

Т. А. ШАРАПОВА

ВЛИЯНИЕ ХАНТЫ-ПИТЛЯРСКОГО СОРА НА ЗООБЕНТОС Р. ОБИ

С 1978 по 1984 г. на шести разрезах Нижней Оби в вегетационный период проводили сборы проб зообентоса. За это время в реке было обнаружено более 90 видов, родов и форм беспозвоночных.

В качественном составе наиболее богато представлены личинки хирономид (63 вида). На всем протяжении Нижней Оби найдены *Procladius* ex gr., *Cryptochironomus* ex gr. *defectus*, *Paracladopelma*, виды родов *Polypedilum*, *Limnochironomus*, из моллюсков постоянно встречались виды *Spherium*, *Pisidium*; повсеместно были распространены личинки ручейников *Polycentropus flavomaculatus*, *Neureclipsis bimaculata* и *Brachycentrus*. Наибольшие значения биомассы по многолетним наблюдениям отмечены на разрезах р. Мал. Оби — в среднем 4,7 г/м², по р. Бол. Оби биомассы зообентоса значительно меньшие и в среднем составляют 0,9 г/м².

В целях выяснения влияния соров на качественный состав и развитие зообентоса Нижней Оби в 1982—1984 гг. были проведены исследования на участках реки, расположенных выше и ниже Ханты-Питлярского сора (р. Бол. Обь). Пробы отбирали дночерпателем Петерсена (площадь захвата 1/40 м²). Сбор и обработку материала проводили по общепринятой методике [1, 2]. Отбор проб производили два-три раза в месяц. Определение проводили по отечественным определителям.

Дно реки на исследуемых участках песчаное, с небольшим количеством гальки, местами встречаются выходы суглинка. Недалеко от разрезов находятся подводные каменные косы.

На разрезе, расположенном выше сора, найдено 37 видов и форм донных беспозвоночных, в том числе: 26 видов хирономид (из них два танитарзин, 17 хирономин, пять ортокладиин и два таниподин), один вид моллюсков, три — личинок ручейников и семь видов и групп прочих организмов (табл. 1). На слабозаиленных песках и галечнике разреза сформирован псаммолитореофильный биоценоз, в котором преобладают мелкие виды псаммофильных, хищных хирономид и хирономиды-обрататели, а также ручейники. Так, в 1982 г. здесь доминировали

**Видовой состав зообентоса р. Оби около Ханты-Питлярского сора
(1982—1984 гг.)**

Видовой состав	Выше сора	Ниже сора
Chironomidae		
<i>Constempellina</i> sp.	*	—
<i>Tanytarsus</i> ex gr. <i>gregarius</i> Kieff.	—	*
<i>Cladotanytarsus</i> sp.	*	*
<i>Paratanytarsus</i> sp.	—	*
<i>Chironomus plumosus</i> L.	*	*
<i>Chironomus dorsalis</i> Mg.	*	*
<i>Chironomus tenyans</i> Fabr.	—	*
<i>Cryptochironomus</i> ex gr. <i>defectus</i> Kieff.	*	*
<i>C. rolli</i> Kirpitschenko	*	*
<i>C. viridula</i> Fabr.	—	*
<i>C. monstrosus</i> Tschern.	*	—
<i>Cryptochironomus</i> sp.	*	*
<i>Cryptotendipes nigronitens</i> Edwards	*	—
<i>Harnischia fuscimana</i> Kieff.	*	*
<i>Paracladopelma camptolabis</i> Kieff.	*	*
<i>Demicryptochironomus vulneratus</i> Zett.	—	*
<i>Parachironomus kuzini</i> Shilova	—	*
<i>Robackia demejerei</i> Kruseman	—	*
<i>Limnochironomus nervosus</i> Staeg.	*	*
<i>L. tritonus</i> Kieff.	*	*
<i>Endochironomus albipennis</i> Mg.	—	*
<i>E. dispar</i> Mg.	*	*
<i>Glyptotendipes</i> ex gr. <i>griepkoveni</i> Kieff.	*	*
<i>Pentapedilum exectum</i> Kieff.	*	*
<i>Polypedilum convictum</i> Walk.	—	*
<i>P. scalaenum</i> Schrank.	*	*
<i>P. brevia antennatum</i> Tshern.	*	*
<i>Lauterborniella brachylabis</i> Edw.	*	*
<i>Orthocladius</i> sp.	*	*
<i>Diamesa insignipes</i> Kieff.	—	*
<i>Eukiefferiella longicalcar</i> Kieff.	*	*
<i>E. bicolor</i> Zett.	—	*
<i>Cricotopus</i> ex gr. <i>silvestris</i> Fabr.	*	*
<i>C. algarum</i> Kieff.	—	*
<i>Psectrocladius psilopterus</i> Kieff.	*	*
<i>P. dilatatus</i> v. d. Wulp.	*	*
<i>Procladius ferrugineus</i> Kieff.	*	*
<i>P. ex gr. choreus</i> Mg.	*	*
Mollusca		
<i>Sphaerium nitidum</i> Westerlund	—	*
<i>Pisidium</i> sp.	—	*
<i>Euglesa</i> sp.	*	*
Прочие		
<i>Hydra vulgaris</i> L.	—	*
Nematoda	*	*
Oligochaeta	*	*

Видовой состав	Выше сора	Ниже сора
<i>Herpobdella octoculata</i> L.	—	*
Ostracoda	*	*
<i>Lepthesteria dahalacensis</i> Ruppel.	*	—
<i>Caenesteria</i> sp.	—	*
<i>Asellus aquaticus</i> L.	—	*
Hydrocarina	*	*
Culicoides	*	*
Simuliidae	*	*
<i>Dolichopus</i> sp.	*	—
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> Pict.	—	*
<i>Neureclipsis bimaculata</i> L.	*	*
<i>Limnophilus vittatus</i> Fabr.	*	—
<i>Brachycentrus subnubilus</i> Curt.	*	*
<i>Athripsodes</i> sp.	—	*

хирономиды *Polypedilum scalaenum* (35 % численности) и *Procladius* ex gr. *choreus* (17 % численности, 26 % биомассы). В следующие годы преобладали личинки ручейников (в 1983 г. 46 % численности, 81 % биомассы; в 1984 г. соответственно 87 и 95 %). Из ручейников доминировал *Brachycentrus subnubilus*. Максимальную биомассу донных животных на этом разрезе наблюдали в начале августа 1984 г. — 8,7 г/м². Средняя за вегетационный сезон (июнь — сентябрь) биомасса по годам колебалась от 0,22 до 3,57 г/м² (табл. 2).

На участке реки ниже сора складывается биотоп, отличающийся от основного, занимающего большую часть дна реки и представленного слабозаиленными песками. В результате выноса водами р. Питляр из сора детрита, гуминовых веществ и погибших организмов ниже него происходят более интенсивное, чем в других участках р. Оби, заиление грунтов и развитие водной растительности. Таким образом, ниже сора создаются благоприятные условия для жизни видов-фитофилов, пелофилов и псаммофилов. Здесь найдены всего 51 вид и форма бентосных организмов, в том числе: 34 вида личинок хирономид (из них три танитарзин, 21 — хирономин, восемь — ортокладин и два вида таниподин), три — моллюсков, четыре — личинок ручейников и девять видов и форм прочих животных (см. табл. 1). На этом разрезе не только возрастает видовое разнообразие, но значительно увеличиваются плотность и биомасса донных беспозвоночных. За весь период исследований на участке реки ниже сора доминировали хирономиды как по численности, так и по биомассе (см. табл. 2). Из них во множестве встречался пелофил *Chironomus plumosus*, биомасса которого в 1982 г. составила 21 % от общей, в 1983 г. — 42, а в 1984 г. — 86 %.

На этом участке реки возрастает обилие не только фитофиль-

Таблица 2

Средние значения численности (в числителе, экз/м²) и биомассы (в знаменателе, г/м²) основных групп зообентоса р. Оби выше (I) и ниже (II) Ханты-Питлярского сора (1982—1984 гг.)

Год	Всего		Хирономиды		Ручейники		Прочие	
	I	II	I	II	I	II	I	II
1982	345	418	280	263	5	18	60	137
	0,22	0,92	0,148	0,447	0,005	0,165	0,069	0,38
1983	180	1230	90	838	82	322	8	70
	0,496	2,15	0,084	1,33	0,402	0,753	0,01	0,07
1984	2757	7342	329	6632	2412	73	16	637
	3,571	6,94	0,144	6,348	3,4	0,032	0,028	0,55

ных и пелофильных, но и видов, доминирующих в реке выше сора. Так, *Procladius* ex gr. *choreus* в 1982 г. ниже сора имел более высокие значения численности и биомассы, чем на участке выше сора, где он был субдоминантом. Личинки ручейника *Brachycentrus subnubilus*, доминирующего (1983 г.) на разрезе р. Оби выше сора, имели ниже сора численность в три раза, а биомассу в два раза более высокую. В этом же году плотность ручейника *Neureclipsis bimaculata* ниже сора почти в шесть раз превышала численность на разрезе выше него. Таким образом, ниже сора видовое разнообразие, численность и биомасса зообентоса возрастают. Доминирует пеллофил *Chironomus plumosus* с одновременным увеличением плотности фитофильных организмов и типичных видов псаммолитореофильного комплекса, т. е. возникает явление краевого эффекта.

Максимальную биомассу макрозообентоса в реке ниже сора наблюдали во второй декаде июля 1984 г. — 24,3 г/м². Средние по годам величины биомассы колебались от 0,92 до 6,94 г/м² (см. табл. 2).

Следовательно, по качественному составу, плотности организмов и их биомассе биоценоз, сложившийся на реке выше сора, является типичным для Нижней Оби. Участок Оби ниже сора приближается по своим показателям к сорам [3].

На количественное развитие зообентосных организмов наибольшее влияние оказывают водность года и длительность периода половодья. Наименьшие показатели биомассы на обоих разрезах наблюдали в маловодный, с коротким периодом затопления поймы (60 дней) 1982 г. Следующие годы — 1983 и 1984 — средневодные, но в 1983 г. время затопления поймы составляло 76 дней, а спад воды был более резким, чем в 1984 г. Самые высокие значения численности и биомассы наблюдали в 1984 г. (см. табл. 2), когда вода три месяца заливала пойму.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Ленинград, 1983.
2. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л.: Гидрометеониздат, 1983.
3. Ю х н е в а В. С. Бентос Нижней Оби и использование его рыбами // Тез. Второго съезда ВГБО. Кишинев, 1970. С. 423—424.

СОДЕРЖАНИЕ

Алексюк В. А., Семенова Л. А., Скрыпкина С. В. Альгофлора соровой системы Обь-Иртышского бассейна	3
Васильчикова А. П., Попов А. Н., Бердышева Г. В. Фитопланктон как показатель качества воды водохрани- лищ-охладителей на Урале	13
Семенова Л. А., Алексюк В. А. Изученность альго- флоры Обского Севера	23
Соловых Г. Н. Первичная продукция фитопланктона Ирик- линского водохранилища	39
Танаева Г. В., Кривопалова З. Ф. Влияние факторов среды на развитие фитопланктона в водохранилищах р. Миасс	49
Третьякова С. А. Фитопланктон Камских водохранилищ	58
Шкундина Ф. Б. Альгофлора некоторых озер Башкирии	70
Ярушина М. И. Фитопланктон Северского водохранилища	83
Козлова И. В., Ковалькова М. П., Оленев С. В. Многолетние гидробиологические исследования плотвич- но-окуневого озера Калды (Южный Урал) в условиях антропогенного воздействия	87
Кузикова В. Б., Бутакова Т. А., Садырин В. М. Современное состояние донной фауны Нижней Оби и ее эстуария	92
Любимова Т. С., Васильчикова А. П., Матю- хин В. П., Силивров С. П. Продуктивность фито- планктона Рефтинского водохранилища в связи с вы- ращиванием растительноядных рыб в поликультуре	103
Соколова Г. А. Биология хирономид верхнего течения р. Исети	113
Шарапова Т. А. Влияние Ханты-Питлярского сора на зоо- бентос р. Оби	117

УДК 581.526.325(282.251.1)

Альгофлора соровой системы Обь-Иртышского бассейна. Алексюк В. А., Семенова Л. А. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

На основании материалов, собранных в 1978, 1981 — 1983 гг., дается оценка современного состояния фитопланктона в различных по географическому положению и гидрологическому режиму сорах. Отмечается, что к северу в планктоне соров возрастает роль диатомовых водорослей и смещается на более поздний срок максимум в развитии альгофлоры.

Табл. 3. Ил. 1. Библиогр. 8 назв.

УДК 581.526.325(574.63)

Фитопланктон как показатель качества воды водохранилищ-охладителей на Урале. Васильчикова А. П., Попов А. Н., Бердышева Г. В. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

На основании изучения качественного состава, численности и биомассы фитопланктона Верхне-Тагильского, Вогульского, Рефтинского и Исетского водохранилищ-охладителей в настоящее время и сопоставления результатов с данными восемнадцатилетней давности показано изменение качества воды водоемов под влиянием антропогенной нагрузки. По системе Пантле и Букка определен индекс сапробности в водохранилищах-охладителях, на основании которого установлена степень загрязненности каждого из водоемов.

Табл. 6. Ил. 3. Библиогр. 7 назв.

УДК 581.526.325(282.251.1)

Изученность альгофлоры Обского Севера. Семенова Л. А., Алексюк В. А. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Обобщены материалы по видовому составу и продуктивности фитопланктона нижнего течения р. Оби, ее поймы, Обской и Тазовской губ при усилении антропогенного влияния. Подведены итоги многолетних маршрутных и стационарных исследований водоемов Обского Севера.

Табл. 3. Библиогр. 11 назв.

УДК 574.5.524

Первичная продукция фитопланктона Ириклинского водохранилища. Соловых Г. Н. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Подведены итоги многолетних исследований по изучению процессов продуцирования и минерализации органического вещества фитопланктона в Ириклинском водохранилище.

Табл. 4. Ил. 3. Библиогр. 11 назв.

УДК 574.5.52

Влияние факторов среды на развитие фитопланктона в водохранилищах р. Миасс. Танаева Г. В., Кривопалова З. Ф. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Приведены результаты многолетних исследований по фитопланктону водохранилищ бассейна р. Миасс. Показано влияние абиотических факторов на развитие фитопланктона. Выявлены зависимости биомассы отдельных групп водорослей от основных факторов.

Табл. 7. Ил. 4. Библиогр. 1 назв.

УДК 581.526.325

Фитопланктон Камских водохранилищ. Третьякова С. А. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Обобщены результаты многолетних исследований по фитопланктону Камских водохранилищ. Установлено, что фитопланктон этих водоемов богат, выявлено 480 таксонов водорослей. Наибольшим видовым разнообразием отличаются зеленые и диатомовые. Уровень развития фитопланктона выше в Обвинском и Иньвинском заливах Камского водохранилища и в Очерском заливе Воткинского водохранилища.

Табл. 8. Библиогр. 13 назв.

УДК 581.526.325(28)

Альгофлора некоторых озер Башкирии. Шкундина Ф. Б. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Приведены многолетние данные по оз. Кандры-Куль: видовой состав, структура, динамика численности и биомасса фитопланктона. Обобщены имеющиеся сведения о фитопланктоне других озер Башкирии.

Табл. 2. Ил. 2. Библиогр. 21 назв.

УДК 581.526.325

Фитопланктон Северского водохранилища. Ярушина М. И. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Приведены материалы весенне-летних исследований по фитопланктону Северского водохранилища, загрязняемого промышленными стоками. Выявлены видовой состав, особенности структуры, динамики численности и биомассы альгоценозов, их продукционные характеристики.

Табл. 3. Ил. 1. Библиогр. 6 назв.

УДК 574.5.597.5

Многолетние гидробиологические исследования плотвично-окуневоего озера Калды (Южный Урал) в условиях антропогенного воздействия. Козлова И. В., Ковалькова М. П., Оленев С. В. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Приведены результаты многолетних исследований зоопланктона и зообентоса эвтрофного плотвично-окуневоего оз. Калды, имеющего важное рыбохозяйственное значение для региона. Показано влияние посадок сиговых планкто- и бентофагов на уровень развития обоих сообществ; отмечено увеличение темпов продуцирования выедаемых популяций и выпадение из основного комплекса видов, не способных компенсировать убыль численности ростом темпа продуцирования.

Библиогр. 4 назв.

УДК 591.524.11:556.53(282.251.1)

Современное состояние донной фауны Нижней Оби и ее эстуария. Кузикова В. Б., Бутакова Т. А., Садырин В. М. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

В составе донной фауны Нижней Оби и Обской губы обнаружено около 140 видов и таксонов беспозвоночных; для северной части Обской губы видовой состав дан впервые. Показаны изменения качественного состава и количественных показателей зообентоса в различных частях реки, дельте и Обской губе. Обская губа рассматривается как переходная зона между пресноводными и морскими местообитаниями. По качественному составу зообентос нижнего течения Оби и ее эстуария представляет кормовую ценность для рыб-бентофагов. Отмечено значительное доминирование в бентосе южной части Обской губы малощетинковых червей.

Табл. 3. Ил. 1. Библиогр. 9 назв.

УДК 581.526.325.597.0

Продуктивность фитопланктона Рефтинского водохранилища в связи с выращиванием растительных рыб в поликультуре. Любимова Т. С., Васильчикова А. П., Матюхин В. П., Силивров С. П. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Представлены результаты исследований первичной продукции планктона различных экологических ниш и водохранилища в целом. Изучена динамика развития фитопланктона. По интенсивности фотосинтеза (максимальный 4—7 мг O_2 /л в сутки), валовой первичной продукции (средняя по водоему 1532,0 ккал/м²) Рефтинское водохранилище относится к мезотрофным среднепродуктивным водоемам. Потенциальная рыбопродукция за счет потребления фитопланктона составляет 16,6 т, или 7,4 кг/га.

Табл. 2. Ил. 1. Библиогр. 16 назв.

УДК 581.526.323.

Биология хирономид верхнего течения р. Исети. Соколов Г. А. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Приведены материалы по видовому составу хирономид бассейна р. Исети, размерно-возрастной структуре и влиянию антропогенных факторов на развитие обнаруженных видов.

Библиогр. 6 назв.

УДК 591.524.11(282.251.1)

Влияние Ханты-Питлярского сора на зообентос р. Оби. Шарпова Т. А. // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск: УрО АН СССР, 1989.

Рассматривается влияние поймы р. Оби на развитие и качественный состав зообентоса русла реки. Показано, что ниже сора в русле происходит возрастание видового разнообразия, численности и биомассы донных животных.

Табл. 2. Библиогр. 3 назв.

ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОЕМОВ УРАЛА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Рекомендовано к изданию
Ученым советом Института
экологии растений и животных
И РИСО УрО АН СССР

Редактор **А. И. Пономарева**
Художник **М. Н. Гарипов**
Технический редактор **Н. Р. Рабинович**
Корректоры **Е. М. Бородулина, Г. К. Лохнева**

Сдано в набор 3.06.88. Подписано в печать 27.03.89.
НС 17064. Формат 60×90¹/₁₆. Бумага типограф-
ская № 2. Гарнитура литературная. Печать высо-
кая. Усл. печ. л. 8. Уч.-изд. л. 9. Тираж 600.
Заказ 207. Цена 1 р. 40 к.

РИСО УрО АН СССР. Свердловск, ГСП-169,
ул. Первомайская, 91.
Типография изд-ва «Уральский рабочий»,
Свердловск, пр. Ленина, 49.