УДК 581.526.325(282.6) DOI: 10.14258/pbssm.2026063

Структура и пространственно-временная изменчивость фитопланктона Обской губы

Structure and spatial-temporal variability of phytoplankton in the Ob Bay

Семенова Л. А., Бондарь М. С., Шевчук Л. С.

Semenova L. A., Bondar M. S., Shevchuk L. S.

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Тюмень, Россия
E-mail: ecology@gosrc.ru, m.bondar@gosrc.vniro.ru, l.shevchuk@gosrc.vniro.ru
Tyumen Branch of FGBNU VNIRO, Tyumen, Russia

Реферат. Приведены результаты изучения альгофлоры Обской губы. К настоящему времени на основе многолетних исследований и анализа литературных данных в планктоне эстуарной области р. Обь идентифицировано более 800 таксонов водорослей видового и внутривидового рангов из 8 отделов. Фитопланктон по результатам, полученным в ходе маршрутных исследований акватории Обской губы летом и осенью 2020 г. отличался большим разнообразием при преобладании диатомовых, зеленых, динофитовых и цианопрокариот. Большинство видов являются пресноводными, в северной части отмечены морские и солоноватоводные обитатели. Альгоценоз по структуре и обилию диатомовый с присутствием цианопрокариот и дианофлагелят. С продвижением на север возрастает ценотическая значимость крупноклеточных диатомей и динофлагелят, вегетация цианобактерий падает. Абсолютными доминантами по биомассе являются центрические диатомовые водоросли. Уровень развития фитопланктона достаточно высокий: численность – до 32 млн кл./л., биомасса – до 10 мг/л. Далее на север наблюдается спад вегетации растительного планктона. Отмечено повышение фотоситеза в северном направлении в результате снижения прозрачности воды. Трофический статус пресноводной области губы оценивается как олиго-мезотрофный с незначительным повышением в сторону эвтрофирования. Полученные материалы по структуре, обилию и первичной продукции фитопланктона могут быть использованы в биомониторинге, имеют научное и практическое значение.

Ключевые слова. Видовой состав, обилие, структура, фитопланктон, эстуарий.

Summary. The study results on the algal flora of the Gulf of Ob are presented. To date, based on long-term research and the analysis of published data, more than 800 algal taxa (at the species and infraspecific levels) belonging to eight divisions have been identified in the plankton of the Ob River estuary. Phytoplankton samples collected during surveys of the Gulf of Ob in the summer and autumn of 2020 revealed high diversity, with a predominance of diatoms, green algae, dinoflagellates, and cyanoprokaryotes. Most species are freshwater, though marine and brackish-water inhabitants have been recorded in the northern part. In terms of structure and abundance, the algal community is diatom-dominated, with the presence of cyanoprokaryotes and dinoflagellates. Moving northward, the community importance of large-celled diatoms and dinoflagellates increases, while cyanobacterial growth declines. Centric diatoms are the absolute dominants in terms of biomass. Phytoplankton development is substantial: abundance reaches up to 32 million cells/l, and biomass up to 10 mg/L. Further north, a decline in phytoplankton vegetative activity is observed. An increase in photosynthesis is noted in the northward direction, resulting from reduced water transparency. The trophic status of the freshwater section of the bay is classified as oligo-mesotrophic, with a slight shift toward eutrophication. The data obtained regarding phytoplankton structure, abundance, and primary production are of both scientific and practical value and can be utilized for biomonitoring purposes.

Key words. Abundance, estuary, phytoplankton, species composition, structure.

Введение. Обская губа, залив Карского моря, расположена за северным полярным кругом и принадлежит к числу крупнейших эстуариев мира. Она является естественным продолжением р. Обь. Это обширный рукав, вытянутый с юга на север на 800 км, шириной от 30 до 90 км, объем более 400 км^3. Акваторию губы можно разделить на три зоны: южную от дельты Оби до места слияния с Тазовской губой, среднюю – отличающуюся наличием четко выраженной русловой ложбины, до м. Штормовой,

северную – до выхода в Карское море (Лапин, 2017). Границы этих зон динамичны, зависят от объема речного стока и интенсивности поступления холодных морских вод в губу, которые приводят к осолонению воды в придонных слоях, особенно значительное в подледный период. Аккумулируя материковый сток, эстуарий Оби является опресненным и сравнительно прогреваемым водоемом, что определяет его большую роль в жизненном цикле рыб. Обская губа относится к водному объекту высшей рыбохозяйственной категории, имеет большое значение, как место зимовки, размножения и нагула промысловых рыб.

Изучение эстуарной области р. Обь представляет особый научно-практический интерес, как с точки зрения ее уникальной биологической активности, так и в связи с тем, что она является районом самой экологически опасной нефтегазодобывающей отрасли. В связи с этим является актуальным проведение мониторинговых исследований по контролю биоценозов в местах промышленной деятельности и оценки степени антропогенного влияния на водную биоту и, в частности, фитопланктон – начальное звено продукционного процесса. В данной работе приводятся результаты экспедиционных исследований на акватории Обской губы в летне-осенний период 2020 г. с целью анализа структуры альгофлоры и количественных характеристик в условиях возрастающего техногенного воздействия нефтегазодобывающей отрасли. Полученные оригинальные материалы могут быть использованы в биомониторинге, имеют научное и практическое значение.

Материалы и методы. Рассмотрен материал исследований фитопланктона, полученный в ходе маршрутных биосъемок в Обской губе в августе (02 VIII–17 VIII) и сентябре–октябре (07 IX–11 X) 2020 г. на 15 разрезах (54 станции):

1. пос. Ныда – банка Опасная (Н–О, N66°37′–66°58′, E72°48′–72°28′);
2. м. Паюта – м. Островной (П–О, N67°30′–67°17′, E72°33′–73°53′);
3. бухта Новый Порт – устье р. Епоко (НП–Е, N67°43′–67°41′, E74°45′–72°58′);
4. м. Каменный – м. Парусный (К–П, N68°24′–68°21′, E73°36′–74°17′);
5. м. Трехбугорный – м. Круглый (Т–К, N68°42′–69°04′, E74°28′–73°54′)
6. м. Трехбугорный – западный берег (Т–з.б, N69°05′–69°00′, E73°50′–72°32′);
7. м. Яптик–Сале – м. Котельникова (ЯС–К, N69°25′–69°35′, E73°38′–73°39′);
8. устье р. Се–Яха – м. Хасрё (СЯ–Х, N70°06′–70°09′, E73°41′–72°36′);
9. устье р. Тадебя–Яха – м. Белый (ТЯ–Б, N70°22′–70°22′, E72°44′–74°05′);
10. м. Поруй – устье р. Халцана–Яха (П–ХЯ, N71°01′–71°02′, E73°44′–72°43′);
11. устье р. Сабетта–Яха – м. Хонарасале (С–Х, N71°17′–71°23′, E72°03′–72°59′);
12. м. Полуденный – м. Штормовой (П–Ш, N71°44′–71°42′, E73°27′–72°20′);
13. 60 лет ВЛКСМ – устье р. Сабкол–Яха (60–С, N72°07′–71°58′09,1″, E72°45′40,7″–74°18′22,9″);
14. м. Дровяной – м. Львова (Д–Л, N72°47′–72°39′, E74°43′–72°58′);
15. о. Шокальского – о. Белый (Ш–Б, N73°09′–73°00′, E71°42′–74°05′).

В летний период водные массы в опресненной части губы прогревались до 17,1–18,6 °С, в солоноватоводной части – до 13,4 °С, в осенний период температура воды понижалась соответственно до 10,5–10,8 °С и до 1,7 °С. Прозрачность колебалась от 0,1 до 1,2 м с максимумом в мористой части губы. Глубина в мелководной зоне варьировала от 2,5 до 4,5 м, предельные глубины в южной части достигали 9 м, в средней – 17 м, в северной – 32 м. Южная часть губы отличается полным опреснением, средняя в большинстве случаев тоже опреснена, тогда как северная часть губы имеет постоянную солёность, с максимумом солёности в придонном горизонте (до 24–33 ‰) в районе о. Шокальский на выходе в Карское море (Гаевский и др., 2023).

Пробы фитопланктона отбирались в поверхностном слое с помощью батометра Руттнера. Консервация, концентрация и камеральная обработка проб подробно описана ранее (Семенова, 1995; Семенова, Ярушина, 2012). В доминирующий комплекс включены виды, биомасса которых составляет свыше 25 % от общей биомассы. Виды с биомассой более 10 % отнесены к субдоминантам. При идентификации водорослей использовались определители из серии «Определитель пресноводных водорослей СССР» и монографии специалистов. Всего собрано и обработано более 100 проб фитопланктона. Определение первичной продукции описано (Гаевский и др., 2023), у берегов определяли в поверхностных пробах, в центре разреза на трех горизонтах: поверхность, 0,5 м глубины и у дна.

При анализе пространственно-временной динамики поверхностных вод Обской губы были использованы следующие показатели фитопланктона: число таксонов рангом ниже рода (*n*), общее

количество таксонов (*), численность (*N*) и биомасса (*B*), коэффициент видового сходства по Серенсену (K_S) и индекс Шеннона (H_N), рассчитанный по численности (Константинов, 1979), показатель естественного антропогенного эвтрофирования (*N*/*B*) (Семенова, 2023), валовая первичная продукция (*ВПП*). Трофический статус (*ТС*) оценивали по шкале разработанный для Обско-Тазовской устьевой области, по результатам многолетних исследований при абсолютном доминировании диатомового комплекса по биомассе (Гаевский и др., 2009). Категория трофности: о – олиготрофная, м – мезотрофная, э – эвтрофная.

Результаты и обсуждения. Альгофлора Обской губы в настоящее время изучена сравнительно хорошо. Благодаря исследованиям, проведённым с 2000 по 2020 гг. с привлечением фондовых и литературных данных в фитопланктоне в период с 1934 по 2020 гг. выявлено 833 таксона видового и внутривидового рангов из восьми отделов, включая пресноводную (южная и средняя части губы) и солоноватоводную (северная часть) флору. Наибольшим флористическим разнообразием отличались Bacillariophyta (Bac) – 48 % от общего состава, Chlorophyta (Chl) – 25 %, Dinophyta (Din) – 12 %, Cyanoprocariota (Cya) – 9 %. На прочие водоросли: Chrysophyta (Chr), Xantophyta (Xan), Cryptophyta (Cry), Euglenophyta (Eug) приходилось около 6 % от общего состава, (Семенова, 2024). Таксономическое разнообразие фитопланктона в летне-осенний период 2020 г. по разрезам в южной, средней и северной частях Обской губы приведено в таблице 1.

Таблица 1. Таксономическая структура (*n* – число таксонов) фитопланктона Обской губы, 2020 г.

Разрез	Cya		Chr		Bac		Xan		Cry		Din		Eug		Chl		Всего	
	n	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%	*n*	%
Южная часть Обской губы (66°–68° с. ш.)																		
Н–О	21	13	3	2	60	39	1	0,6	5	3,2	1	0,6	4	2,6	60	39	155	100
П–О	15	11	2	1	70	51	1	0,7	4	3	1	0,7	5	3,6	40	29	138	100
НП–Е	13	10	2	2	68	55	0	0	4	3	1	1	2	2	34	27	124	100
К–П	20	16	1	1	53	44	2	1,7	4	3,3	0	0	3	3	37	31	120	100
Итого	22	11	4	2	88	44	1	0,5	5	2	1	0,5	6	3	74	37	201	100
Средняя часть Обской губы (69°–71° с. ш.)																		
Т–К	16	16	1	1	53	53	2	2	4	4	0	0	1	1	23	23	100	100
Т–з.б.	13	13	2	2	50	50	1	1	3	3	0	0	2	2	29	29	100	100
ЯС–К	16	13	2	1,6	67	53	2	1,6	6	5	3	2,4	3	2,4	27	21	126	100
СЯ–Х	17	15	2	2	56	52	1	1	2	2	2	2	2	2	26	24	108	100
ТЯ–Б	11	13	0	0	52	63	1	1	3	4	0	0	0	0	16	19	83	100
П–ХЯ	8	9	0	0	60	69	0	0	1	1	0	0	1	1	17	20	87	100
С–Х	12	14	0	0	56	64	1	1	2	2	2	2	1	1	14	16	88	100
Итого	25	13	3	1,5	87	45	2	1	6	3	3	1,5	4	2	64	33	194	100
Северная часть Обской губы (71°–73° с. ш.)																		
П–Ш	10	12	0	0	49	56	1	1	3	3	5	6	1	1	18	21	87	100
60–С	11	13	0	0	49	59	1	1	4	5	4	5	1	1	13	16	83	100
Д–Л	5	7	0	0	43	62	0	0	0	0	9	13	2	3	10	15	69	100
Ш–Б	5	8	0	0	37	60	0	0	1	2	9	14	1	2	9	14	62	100
Итого	15	10	0	0	92	60	1	1	5	3	14	9	2	1	25	16	154	100

В период выполнения экспедиционных исследований в летне-осенний период 2020 г. на обследованной акватории южной части Обской губы, фитопланктон был представлен 201 таксоном водорослей рангом ниже рода из 8 отделов (табл. 1). Ядро флоры составляли диатомовые (Bac 44 % общего числа таксонов), зелёные (Chl – 37 %), цианопрокариоты (Cya – 11 %). Менее разнообразно представлены прочие группы (8 %). Альгоценоз достаточно разнообразен, представлен широко распространенными планктонными видами. Количество таксонов по разрезам варьировало от 120 до 155. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено на самом южном разрезе пос. Ныда – банка Опасная. Сходство видового состава по станциям на каждом разрезе высокое (K_S= 0,69–0,76), что свидетельствует о сравнительно близких условиях формирования сообщества. Индекс видового разнообразия (H_N) находился в пределах 2,6–3,6. Для периода исследований была характерна значительная изменчивость

количественных показателей развития фитопланктона (табл. 2). Численность водорослей на разных станциях отбора проб в поверхностном слое изменялась от 2,95 до 32,4 млн кл./л, составляя в среднем для летнего периода 6,66 млн кл./л, осеннего – 8,23 млн кл./л, за сезон – 7,45 млн кл./л. Минимальная численность была отмечена летом в русловой части разреза бухта Новый Порт – устье р. Епоко, а максимальная – осенью у западного берега в районе м. Паюта. Основу численности фитопланктона составляли диатомовые и цианопрокариоты, которые в среднем формировали от 38 до 79 % и от 16 до 57 % численности водорослей соответственно. Наибольшее обилие цианобактерий было характерно для прибрежной зоны западного берега летом в районе м. Каменный (82 %), осенью – в районе м. Паюта (86 %) и у восточного берега летом в районе устья р. Епоко (73 %) при этом вклад диатомей не превышал 13–26 %. Биомасса фитопланктона также значительно варьировала от 1,22 до 9,97 мг/л, составляя в среднем для летнего периода 2,25 мг/л, осеннего – 3,44 мг/л, за сезон – 2,85 мг/л. В осенний период минимальная биомасса была зафиксирована у восточного берега в районе м. Парусный, максимальная – у западного берега в районе м. Каменный. Биомассу водорослей в основном формировали диатомовые (в среднем 83–97 %). Небольшую долю фитопланктона составляли цианопрокариоты (в среднем 11–16 %). Вегетация диатомовых водорослей обусловлена развитием видов рода *Aulacoseira* Thw. с цилиндрическим и короткоцилиндрическим панцирем: *A. ambiqua* (Grun.) Sim. (до 40 % *N* и до 58 % *B*), *A. subarctica* (O. Müll.) Haworth (до 35 % *N* и до 37 % *B*), *A. distans* (Erh.) Sim. (до 26 % *N* и до 39 % *B*), *A. alpigena* (Grun) Kram. (до 26 % *N* и до 14 % *B*), *A. granulata* (Ehr.) Sim. (до 24 % *N* и до 71 % *B*). У берегов пышно вегетировала нитчатая синезелёная водоросль *Aphanizomenon flos-aquae* (G.) Ralfs (до 81 % *N* и до 41 % *B*). Показатель естественного эвтрофирования (*N*/*B*) максимальной величины (7,36) достиг при интенсивной вегетации цианопрокариот осенью у западного берега в районе м. Паюта.

Таблица 2. Продуктивность фитопланктона южной части Обской губы, 2020 г. (66°–68° с.ш.)

Сезон (t °C)	Место отбора	*n*	*N*, млн кл./л	*B*, мг/л (*TC*)	*N*/*B*	H_N	*ВПП*, O_2/м²·-день	Доминанты, % от *N* и от *B*
пос. Ныда – банка Опасная (*Ks* 0,69)								
Лето (17,0–18,4)	западный берег	81	6,14	2,33 (о)	2,64	3,7	0,57	Вас 78 *N* и 96 *B*, Суа 13 *N*
	русло	77	3,59	1,48 (о)	2,43	3,8	1,15	Вас 69 *N* и 86 *B*, Суа 22 *N*
	восточный берег	70	10,8	2,66 (м)	4,06	3,2	1,67	Вас 51 *N* и 87 *B*, Суа 48 *N* и 12 *B*
	средняя	120*	6,85	2,16 (о)	3,17	3,6	1,13	Вас 66 *N* и 90 *B*, Суа 28 *N*
Осень (11,0–11,2)	западный берег	70	5,56	4,46 (м)	1,25	3,1	-	Вас 86 *N* и 99 *B*, Суа 11 *N*
	русло	77	6,22	5,34 (э)	1,16	3,4	-	Вас 81 *N* и 97 *B*, Суа 15 *N*
	восточный берег	78	5,03	2,87 (м)	1,75	4,0	-	Вас 69 *N* и 95 *B*, Суа 23 *N*
	средняя	121*	5,60	4,22 (м)	1,33	3,5	-	Вас 79 *N* и 97 *B*, Суа 16 *N*
м. Паюта – м. Островной (*Ks* 0,76)								
Лето (17,3–17,7)	западный берег	80	5,82	3,42 (м)	1,70	3,1	0,99	Вас 84 *N* и 94 *B*, Суа 13 *N*
	русло	77	5,86	2,21 (о)	2,65	2,7	1,15	Вас 44 *N* и 90 *B*, Суа 52 *N* и 9 *B*
	восточный берег	64	5,30	1,44 (о)	3,68	3,0	1,67	Вас 31 *N* и 76 *B*, Суа 66 *N* и 23 *B*
	средняя	114*	5,66	2,36 (о)	2,40	2,9	1,27	Вас 53 *N* и 87 *B*, Суа 44 *N* и 11 *B*

Продолжение табл. 2

Сезон (t °C)	Место отбора	*n*	*N*, млн кл./л	*B*, мг/л (*TC*)	*N*/*B*	H_N	*ВПП*, O_2/м²·-день	Доминанты, % от *N* и от *B*
Осень (10,5–11,5)	западный берег	85	32,4	4,40 (м)	7,36	2,4	-	Bac 13 *N* и 54 *B*, Cya 86 *N* и 44 *B*
	русло	66	4,23	1,83 (о)	2,31	3,0	-	Bac 90 *N* и 98 *B*
	восточный берег	62	3,27	2,54 (м)	1,29	3,7	-	Bac 79 *N* и 98 *B*, Cya 17 *N*
	средняя	109*	13,3	2,92 (м)	4,55	3,0	-	Bac 61 *N* и 83 *B*, Cya 37 *N* и 16 *B*
бухта Новый Порт – устье р. Епоко (*Ks* 0,72)								
Лето (17,9–18,6)	западный берег	70	11,7	3,46 (м)	3,38	2,8	0,65	Bac 32 *N* и 88 *B*, Cya 65 *N* и 11 *B*
	русло	48	2,95	1,28 (о)	2,30	3,3	1,21	Bac 57 *N* и 88 *B*, Cya 34 *N*
	восточный берег	67	8,45	1,95 (о)	4,33	2,4	0,69	Bac 26 *N* и 74 *B*, Cya 73 *N* 25 *B*
	средняя	106*	7,70	2,23 (о)	3,45	2,8	0,85	Bac 38 *N* и 83 *B*, Cya 57 *N* и 13 *B*
Осень (11,0–11,6)	западный берег	80	8,93	3,01 (м)	2,97	3,5	-	Bac 57 *N* и 91 *B*, Cya 42 *N*
	русло	43	3,72	1,38 (о)	2,70	3,0	-	Bac 52 *N* и 93 *B*, Cya 47 *N*
	средняя	88*	6,33	2,20 (о)	2,88	3,2	-	Bac 55 *N* и 92 *B*, Cya 45 *N*
м. Каменный – м. Парусный (K_s 0,74)								
Лето (16,3–17,1)	западный берег	50	7,64	1,44 (о)	5,31	2,4	1,49	Bac 16 *N* и 71 *B*, Cya 82 *N* и 26 *B*
	русло	55	3,87	2,58 (м)	1,50	2,6	1,47	Bac 72 *N* и 98 *B*, Cya 23 *N*
	восточный берег	52	7,71	2,73 (м)	2,82	2,8	1,00	Bac 62 *N* и 91 *B*, Cya 37 *N*
	средняя за сезон	86*	6,41	2,25 (о)	2,85	2,6	1,32	Bac 50 *N* и 87 *B*, Cya 47 *N* и 12 *B*
Осень (10,9–12,3)	западный берег	73	15,7	9,97 (э)	1,57	3,1	-	Bac 43 *N* и 92 *B*, Cya 52 *N*
	русло	61	3,81	2,10 (о)	1,81	3,2	-	Bac 90 *N* и 98 *B*
	восточный берег	57	3,50	1,22 (о)	2,87	3,7	-	Bac 41 *N* и 89 *B*, Cya 45 *N*
	средняя за сезон	104*	7,67	4,43 (м)	1,73	3,3	-	Bac 58 *N* и 93 *B*, Cya 34 *N*

В альгофлоре средней части Обской губы в летне-осенний период 2020 г. найдено 194 таксона, водорослей рангом ниже рода из 8 отделов (табл. 1). Все выявленные виды, как и в планктоне южной части, широко распространены в эстуарной зоне р. Обь. Подавляющее большинство водорослей относится к истинно планктонным пресноводным видам. Наиболее богато представлены диатомовые, зеленые и цианопрокариоты – 91 % общего числа таксонов, на долю других групп водорослей приходилось 9 %. Количество таксонов по разрезам изменялось от 83 до 126. Повышение видового разнообразия в створе м. Яптик-Сале – м. Котельниково связано с наличием бокового течения вдоль восточного берега и обогащением планктона со стороны Тазовской губы богатым и разнообразным фитопланктоном. Степень сходства видового состава по станциям на каждом разрезе довольно высокая (K_S = 0,53–0,72), индекс видового разнообразия (H_N) – 1,9–4,3, что свидетельствует о сходстве условий формирования планктонных альгоценозов обследованной акватории средней части губы. Пространственное распределение показателей фитопланктона в августе-сентябре 2020 г. характеризовалось значительной из-

менчивостью (табл. 3). Численность фитопланктона по станциям отбора проб в поверхностном слое варьировала от 0,31 до 7,40 млн кл./л, в среднем составляя для летнего периода 3,68 млн кл./л, осеннего – 2,34 млн кл./л, за сезон – 3,01 млн кл./л. В осенний период была зарегистрирована минимальная численность у восточного берега в районе устья р. Халцана-Яха, максимальная – в районе устья Тазовской губы (левый берег). Численность в основном формировали цианобактерии (в среднем 19–91 %), вклад диатомовых составлял в среднем от 5 до 79 %. Наиболее обильны цианопрокариоты были в осенний период, что отразилось на величине осенней биомассы. Биомасса фитопланктона по акватории средней части губы также значительно варьировала от 0,06 до 9,39 мг/л, составляя в среднем для летнего периода 2,19 мг/л, осеннего – 0,89 мг/л, за сезон – 1,54 мг/л. Минимальные показатели были отмечены осенью у восточного берега в районе м. Хасрё, максимальные – летом у западного берега в районе м. Яптик-Сале. Основу биомассы фитопланктона составляли диатомовые водоросли (в среднем 28–98 %), субдоминантами выступали цианопрокариоты (в среднем 9–62 %). В доминирующем комплексе, как и в южной части губы, главная роль принадлежала центрическим диатомеям рода *Aulacoseira*: *A. ambiqua* (до 40 % *N* и до 56 % *B*), *A. subarctica* (до 47 % *N* и до 30 % *B*). Мелкоклеточные представители диатомовых водорослей с короткоцилиндрическим панцирем (*A. alpigena, A. distans*) полностью замещаются крупноклеточными формами – *A. granulata* (до 42 % *N* и 84 % *B*), *A. islandica* (O. Müll.) Sim. (до 19 % *N* и до 59 % *B*). На отдельных станциях встречены солоноватоводные представители рода *Thalassiosira* Cl. (до 28 % *B*) и пресноводная *Fragilaria inflata* (Heid.) Hust (до 19 % *B*). Среди цианопрокариот ведущая роль остается за *A. flos-aquae* et var. (до 87 % *N* и до 65 % *B*), возрастает доля представителей родов *Oscillatoria* Vauch. (до 45 % *N*), *Anabaena* Bory (до 32 % *N* и до 11 % *B*) и мелкоклеточной колониальной водоросли *Microcystis pulverea* (Wood) Forti (до 25 % *N*). Показатель естественного эвтрофирования максимальных значений (6,64–10,81) достиг при пышной вегетации цианобактерий в осенний период.

Таблица 3. Продуктивность фитопланктона средней части Обской губы, 2020 г. (69°–71° с.ш.)

Сезон (t °C)	Место отбора	*n*	*N*, млн кл./л	*B*, мг/л (*TC*)	*N*/*B*	H_N	*ВПП*, O_2/м²·-день	Доминанты, % от *N* и от *B*
м. Трехбугорный – м. Круглый (*Ks* 0,68)								
Лето (15,1–16,3)	левый берег	51	4,11	2,13 (о)	1,93	2,9	-	Bac 90 *N* и 98 *B*, Cya 8 *N*
	русло	45	3,07	2,25 (о)	1,36	2,6	1,78	Bac 84 *N* и 98 *B*, Cya 113 *N*
	правый берег	38	2,90	1,56 (о)	1,86	3,0	1,00	Bac 60 *N* и 96 *B*, Cya 40 *N*
	средняя за сезон	78*	3,36	1,98 (о)	1,70	3,4	1,39	Bac 79 *N* и 98 *B*, Cya 19 *N*
Осень (11,5–11,7)	левый берег	47	7,40	2,15 (о)	3,44	2,6	-	Bac 31 *N* и 81 *B*, Cya 67 *N* и 17 *B*
	русло	45	5,30	3,77 (м)	1,40	2,6	-	Bac 90 *N* и 97 *B*
	правый берег	44	3,95	2,22 (о)	1,78	3,1	-	Bac 69 *N* и 96 *B*, Cya 27 *N*
	средняя за сезон	74*	5,55	2,71 (м)	2,04	2,9	-	Bac 59 *N* и 92 *B*, Cya 38 *N*
м. Трехбугорный – западный берег (*Ks* 0,67)								
Лето (14,8–15,5)	западный берег	51	1,97	1,41 (о)	1,40	3,4	1,37	Bac 44 *N* и 93 *B*, Cya 52 *N*
	русло	45	3,12	1,95 (о)	1,60	2,7	1,53	Bac 78 *N* и 96 *B*, Cya 18 *N*
	восточный берег	48	7,16	2,84 (м)	2,52	2,8	1,34	Bac 47 *N* и 93 *B*, Cya 52 *N*
	средняя за сезон	83*	4,08	2,07 (о)	1,97	3,0	1,41	Bac 56 *N* и 94 *B*, Cya 41 *N*

Продолжение табл. 3

Сезон (t °C)	Место отбора	*n*	*N*, млн кл./л	*B*, мг/л (*TC*)	*N*/*B*	H_N	*ВПП*, O_2/м²·-день	Доминанты, % от *N* и от *B*
Осень (10,9–12,2)	западный берег	36	0,73	0,11 (о)	6,64	2,1	-	Вас 13 *N* и 55 *B*, Суа 82 *N* и 41 *B*
	русло	43	0,78	0,37 (о)	2,11	2,7	-	Вас 91 *N* и 98 *B*
	восточный берег	35	6,93	3,03 (м)	2,29	2,9	-	Вас 55 *N* и 90 *B*, Суа 45 *N* и 10 *B*
	средняя за сезон	67*	2,81	1,17 (о)	2,40	2,6	-	Вас 53 *N* и 81 *B*, Суа 42 *N* и 17 *B*
м. Яптик-Сале – м. Котельникова (*Ks* 0,65)								
Лето (13,8–14,8)	западный берег	76	11,2	9,39 (э)	1,19	4,1	1,33	Вас 36 *N* и 87 *B*, Суа 58 *N* 12 *B*
	русло	70	4,56	1,88 (о)	2,43	2,9	2,34	Вас 25 *N* и 91 *B*, Суа 69 *N* и 7 *B*
	восточный берег	54	5,79	1,93 (о)	3,00	3,2	0,74	Вас 42 *N* и 90 *B*, Суа 56 *N* 9 *B*
	средняя за сезон	102*	7,18	4,40 (м)	1,63	3,4	1,44	Вас 34 *N* и 89 *B*, Суа 61 *N* 9 *B*
Осень (10,8–12,3)	западный берег	63	2,63	0,61 (о)	4,31	4,3	-	Вас 16 *N* и 57 *B*, Суа 76 *N* и 41 *B*
	русло	54	0,75	0,55 (о)	1,36	4,2	-	Вас 42 *N* и 86 *B*, Суа 22 *N*
	восточный берег	56	1,35	0,42 (о)	3,21	3,7	-	Вас 39 *N* и 90 *B*, Суа 54 *N*
	средняя за сезон	88*	1,58	0,53 (о)	2,98	4,0	-	Вас 32 *N* и 78 *B*, Суа 51 *N* и 16 *B*
устье р. Се-Яха – м. Хасрё (*Ks* 0,70)								
Лето (14,8–15,5)	западный берег	50	2,35	2,84 (м)	0,83	3,2	2,08	Вас 61 *N* и 90 *B*, Суа 35 *N* и 9 *B*
	русло	60	5,11	2,12 (о)	2,41	3,1	2,68	Вас 42 *N* и 95 *B*, Суа 56 *N*
	восточный берег	38	2,03	0,71 (о)	2,86	3,3	0,59	Вас 42 *N* и 93 *B*, Суа 56 *N*
	средняя за сезон	87*	3,16	1,89 (о)	1,67	3,2	1,78	Вас 48 *N* и 93 *B*, Суа 49 *N*
Осень (10,9–12,2)	западный берег	73	4,06	1,11 (о)	3,66	4,1	-	Вас 19 *N* и 75 *B*, Суа 72 *N* и 21 *B*
	русло	29	0,67	0,17 (о)	3,94	2,4	-	Вас 16 *N* и 69 *B*, Суа 82 *N* и 26 *B*
	восточный берег	27	0,46	0,06 (о)	7,67	2,6	-	Вас 16 *N* и 64 *B*, Суа 74 *N* и 33 *B*
	средняя за сезон	79*	1,73	0,45 (о)	3,84	3,0	-	Вас 17 *N* и 69 *B*, Суа 76 *N* и 27 *B*
устье р. Тадебя-Яха – м. Белый (*Ks* 0,53)								
Лето (13,8–14,8)	западный берег	46	1,00	0,24 (о)	4,17	3,8	0,81	Вас 31 *N* и 90 *B*, Суа 66 *N* и 10 *B*
	русло	38	5,03	2,59 (о)	1,94	2,8	1,85	Вас 74 *N* и 96 *B*, Суа 23 *N*
	восточный берег	19	1,01	0,65 (о)	1,55	2,7	0,53	Вас 57 *N* и 97 *B*, Суа 43 *N*
	средняя за сезон	73*	2,35	1,16 (о)	2,03	3,1	1,06	Вас 54 *N* и 94 *B*, Суа 44 *N*
Осень (10,8–12,3)	западный берег	30	0,67	0,09 (о)	7,44	2,6	-	Вас 8 *N* и 41 *B*, Суа 88 *N* и 51 *B*
	русло	26	2,27	0,21 (м)	10,81	1,9	-	Вас 2 *N* и 14 *B*, Суа 93 *N* и 73 *B*
	средняя за сезон	40*	1,45	0,15 (о)	9,80	2,2	-	Вас 5 *N* и 28 *B*, Суа 91 *N* и 62 *B*

Окончание табл. 3

Сезон (t °C)	Место отбора	*n*	*N*, млн кл./л	*B*, мг/л (*TC*)	*N*/*B*	H_N	*ВПП*, O_2/м²·-день	Доминанты, % от *N* и от *B*
м. Поруй – устье р. Халцена-Яха (*Ks* 0,72)								
Лето (12,3–13,4)	западный берег (0,12)	39	4,08	2,70 (м)	1,51	3,2	2,02	Bac 58 *N* и 96 *B*, Cya 39 *N*
	русло (0,09)	38	4,03	2,89 (м)	1,39	3,1	1,57	Bac 81 *N* и 99 *B*,Chl 12 *N*
	восточный берег (0,04)	37	0,35	0,21 (о)	1,67	2,6	0,58	Bac 40 *N* и 93 *B*, Cya 58 *N*
	средняя за сезон	72*	2,82	1,93 (о)	1,46	2,9	1,39	Bac 60 *N* и 96 *B*, Cya 36 *N*
Осень (9,7–10,9)	западный берег (3,63)	39	2,33	1,87 (о)	1,25	3,0	-	Bac 59 *N* и 98 *B*, Cya 34 *N*
	русло (1,84)	38	0,34	0,17 (о)	2,00	3,8	-	Bac 42 *N* и 94 *B*, Cya 38 *N*, Chl 20 *N*
	восточный берег (2,13)	37	0,31	0,62 (о)	0,50	3,7	-	Bac 77 *N* и 98 *B*, Chl 19 *N*
	средняя за сезон	64*	0,99	0,89 (о)	1,11	3,5	-	Bac 59 *N* и 97 *B*, Cya 26 *N*, Chl 15 *N*
устье р. Сабетта-Яха – м. Хонарасале (*Ks* 0,68)								
Лето (7,8–13,1)	западный берег (0,37)	19	2,03	1,08 (о)	1,88	3,1	1,28	Bac 40 *N* и 95 *B*, Cya 47 *N*, Chl 13 *N*
	русло (0,07)	41	1,06	0,62 (о)	1,71	3,3	0,35	Bac 77 *N* и 97 *B*, Cya 18 *N*
	восточный берег (0,06)	51	5,28	4,1 (м)	1,29	2,9	2,91	Bac 86 *N* и 99 *B*, Cya 13 *N*
	средняя за сезон	69*	2,79	1,93 (о)	1,45	3,1	1,51	Bac 68 *N* и 97 *B*, Cya 26 *N*
Осень (6,8–9,8)	западный берег (10,7)	33	0,48	0,06 (о)	8,00	2,1	-	Bac 6 *N* и 59 *B*, Cya 94 N и 30 *B*, Din 11 *B*
	русло (2,6)	38	3,02	0,31 (о)	9,74	2,2	-	Bac 2 *N* и 10 *B*, Cya 93 *N* и 65 *B*, Cry 21 *B*
	восточный берег (1,61)	40	3,41	0,70 (о)	4,87	2,6	-	Bac 14 *N* и 71 *B*, Cya 84 *N* и 28 *B*
	средняя за сезон	64*	2,30	0,36 (о)	6,39	2,3	-	Bac 7 *N* и 47 *B*, Cya 90 *N* и 41 *B*

В фитопланктоне северной части Обской губы обнаружено 154 таксона водорослей рангом ниже рода из 7 отделов, включая солоноватоводную флору из диатомей и динофлагелят (табл. 1). Наибольшего разнообразия достигли диатомовые (60 %), зеленые (16 %), цианопрокариоты (10 %) и динофитовые (9 %) водоросли. Разнообразие других отделов невысокое (5 %). Количество таксонов по разрезам находилось в пределах 62–87. Наибольшее видовое разнообразие характерно для самого южного разреза м. Полуденный – м. Штормовой. Сходство видового состава (K_S) по станциям внутри разрезов 0,45–0,54, индекс разнообразия Шеннона (H_N) – 1,1–3,8 (табл. 4). Плотность фитопланктонного сообщества в поверхностном горизонте северной части губы существенно варьировала от 0,02 до 2,8 млн кл./л, составляя в среднем для летнего периода 0,69 млн кл./л, осеннего – 0,13 млн кл./л, за сезон – 0,41 млн кл./л. Минимальная численность отмечена осенью в русловой части разреза 60 лет ВЛКСМ – устье р. Сабкол-Яха, максимальная – летом у западного берега в районе м. Полуденный (южный разрез). На более южных разрезах плотность водорослей формировали пресноводные цианопрокариоты (в среднем до 66 %) при снижении вклада диатомей (в среднем до 23 %). В северном направлении вегетация цианобактерий падает (в среднем до 10 %), ведущую роль начинают играть диатомовые (в среднем до 81 %) и зеленые (в среднем до 19 %) водоросли. Фитомасса, как и численность, значительно варьировала от 0,01 до 1,86 мг/л, составляя в среднем для летнего периода 0,42 мг/л, осеннего – 0,07 мг/л, за сезон – 0,25 мг/л. Максимум биомассы регистрировался у западного берега на южном разрезе, минимум – на северном в летний период. Основу биомассы составляли диатомовые (в среднем 37–86 %),

динофитовые (в среднем до 33 %). Доминирующий комплекс северного участка губы, включал центрические диатомеи: *A. granulata* (до 72 % *N* и до 91 % *B*), *A. islandica* (до 36 % *N* и до 40 % *B*), *A. subarctica* (до 24 % *N* и до 44 % *B*), *Cyclotella* Kütz (до 21 % *B*) и пеннатную *Diatoma elongatum* (Lyngb.) Ag. (до 40 % *N*). В морской части ведущую роль играли представители солоноватоводной флоры – виды родов *Peridinium* Ehr. (до 34–83 % *B*), *Thalassiosira* (до 34 % *N* и до 71 % *B*), *Fragilaria* Lyngb. (до 50 % *N* и до 37 % *B*), *Nitzschia* Hass. (до 21 % *N* и до 35 % *B*), *Gonyaulax catenata* (Lew.) Kof (до 28 % B). Из цианопрокариот вегетировали: *A. flos-aquae* et var. (до 74 % *N* и до 12 % *B*), виды родов *Oscillatoria* (до 81 % *N* и до 16 % *B*), *Anabaena* (до 22 % *N*), из зеленых водорослей – нитчатые представители из порядка Ulothrichales Bohlin (до 15 % N) и мелкоклеточные формы из порядка Chlorococcales Marchand (до 28 % N) Показатель естественного эвтрофирования варьировал в пределах 0,35–14, максимум отмечен при вегетации цианопрокариот в летний период.

Таблица 4. Продуктивность фитопланктона северной части обской губы, 2020 г. (71°–73° с.ш.)

Сезон (t °C)	Место отбора (сол. ‰)	*n*	*N*, млн кл./л	*B*, мг/л	*N*/*B*	H_N	*ВПП*, O_2/ м²·день	Доминанты, % от *N* и от *B*
м. Полудённый – м. Штормовой (*Ks* 0,45)								
Лето (12,0–13,2)	западный берег (0,89)	58	2,80	1,86	1,51	3,8	2,73	Bac 29 *N* и 88 *B*, Cya 51 *N*, Cry 12 *N*
	русло (0,23)	24	1,06	0,44	2,41	3,0	0,31	Bac 60 *N* и 96 *B*, Cya 39 *N*
	восточный берег (1,09)	53	1,99	0,87	2,29	3,8	1,03	Bac 22 *N* и 75 *B*, Cya 48 *N*, Chl 18 *N* и 18 *B*, Cry 12 *N*
	средняя за сезон	75*	1,95	1,06	1,84	3,5	1,36	Bac 37 *N* и 86 *B*, Cya 46 *N*
Осень (5,5–6,7)	западный берег (12,4)	18	0,07	0,08	0,88	1,5	-	Bac 96 *N* и 99 *B*
	русло (8,11)	27	0,20	0,05	4,00	1,1	-	Bac 5 *N* и 12 *B*, Cya 81 *N*, Chl 11 *N*, Din 80 *B*
	восточный берег (8,5)	25	0,49	0,13	3,77	2,4	-	Bac 25 *N* и 83 *B*, Cya 74 *N* и 17 *B*
	средняя за сезон	41*	0,25	0,09	2,78	1,7	-	Bac 42 *N* и 65 *B*, Cya 52 *N*, Din 27 *B*
60 лет ВЛКСМ – устье р. Сабкол-Яха (*Ks* 0,52)								
Лето (10,4–12,3)	западный берег (1,48)	45	0,61	0,25	2,44	3,1	1,36	Bac 23 *N* и 83 *B*, Cya 69 *N*
	русло (0,86)	37	0,38	0,15	2,53	3,2	1,10	Bac 25 *N* и 81 *B*, Cya 62 *N*
	восточный берег (6,19)	32	0,42	0,03	14,00	1,7	0,50	Bac 20 *N* и 71 *B*, Cya 68 *N* и 23 *B*, Chl 11 *N*
	средняя за сезон	67*	0,47	0,14	3,36	2,7	0,99	Bac 23 *N* и 78 *B*, Cya 66 *N* 13 *B*
Осень (5,0–6,3)	западный берег (16,5)	25	0,12	0,03	4,00	2,9	-	Bac 4 *N* и 15 *B*, Cya 63 *N* и 20 *B*, Chl 16 *N* и 18 *B*, Din 15 *B*, Eug 12 *N* и 11 *B*
	русло (10,3)	24	0,02	0,04	0,50	2,5	-	Bac 57 *N* и 16 *B*, Chl 14 *N*, Din 14 *N* и 83 *B*
	восточный берег (9,97)	27	0,44	0,11	4,00	2,3	-	Bac 23 *N* и 81 *B*, Cya 71 *N* и 16 *B*
	средняя за сезон	47*	0,19	0,06	3,17	2,6	-	Bac 28 *N* и 37 *B*, Cya 45 *N* и 12 *B*, Din 33 *B*

Продолжение табл. 4

Сезон (t °C)	Место отбора (сол. ‰)	*n*	*N*, млн кл./л	*B*, мг/л	*N*/*B*	H_N	*ВПП*, O_2/ м²·день	Доминанты, % от *N* и от *B*
м. Дровяной – м. Львова (*Ks* 0,52)								
Лето (3,6–12,0)	западный берег (19,6)	34	0,47	0,64	0,73	1,8	1,41	Bac 79 *N* и 88 *B*, Chl 9 *N*
	русло (3,6)	30	0,13	0,14	0,93	3,5	2,31	Bac 13 *N* и 9 *B*, Cya 49 *N* и 14 *B*, Chl 13 *N*, Din 21 *N* и 71 *B*
	восточный берег (15,7)	31	0,17	0,49	0,35	3,6	0,46	Bac 43 *N* и 63 *B*, Cya 14 *N*, Chl 32 *N*
	средняя за сезон	56*	0,26	0,42	0,62	2,9	1,39	Bac 45 *N* и 53 *B*, Cya 21 *N*, Chl 19 *N* Din13 *N* и 37 *B*
Осень (2,9–3,3)	западный берег (20,0)	34	0,03	0,05	0,60	2,6	-	Bac 92 *N* и 90 *B*, Cya 8 *N* и 10 *B*
	русло (15,0)	30	0,04	0,07	0,57	3,3	-	Bac 50 *N* и 36 *B*, Cya 21 *N* и 18 *B*, Chl 14 *N*
	восточный берег (15,7)	31	0,03	0,05	0,60	2,7	-	Bac 79 *N* и 99 *B*, Chl 21 *N*
	средняя за сезон	37*	0,03	0,06	0,50	2,9	-	Bac 74 *N* и 75 *B*, Cya 10 *N* и 9 *B*
о. Шокальского – о. Белый (*Ks* 0,54)								
Лето (10,3–11,2)	западный берег (13,1)	26	0,05	0,01	5,00	2,6	0,51	Bac *N* и 96 *B*, Cya 12 *N*
	русло (3,0)	33	0,06	0,01	6,00	2,9	3,32	Bac 13 *N* и 57 *B*, Cya 31 *N*, Chl 54 *N* и 24 *B*
	восточный берег (7,5)	37	0,13	0,19	0,68	3,2	1,60	Bac 93 *N* и 99 *B*
	средняя за сезон	53*	0,08	0,07	1,14	2,9	2,14	Bac 64 *N* и 84 *B*, Cya 14 *N*, Chl 18 *N*
Осень (1,7–3,1)	западный берег (19,5)	25	0,05	0,08	0,63	3,2	-	Bac 68 *N* и 87 *B*, Cya 16 *N* и 9 *B*, Chl 9 *N*
	русло (17,7)	22	0,02	0,02	1,00	2,5	-	Bac 79 *N* и 62 *B*, Chl 14 *N*, Din 37 *B*
	восточный берег (16,9)	21	0,03	0,06	0,50	1,9	-	Bac 97 *N* и 100 *B*
	средняя за сезон	30*	0,03	0,05	0,60	2,5	-	Bac 81 *N* и 83 *B*, Din 12 *B*

Исследования по измерению первичной продукции выполнены в летний период. Акваторию Обской губы по условиям формирования первичной продукции можно разделить на несколько участков, отличающихся друг от друга по морфометрическим и гидролого-гидрохимическим условиям. Самым большим участком губы является ее речная область, в которой режим определяется речным стоком вне зоны влияния соленых вод. Воды пресноводной области в августе 2020 г. характеризовались низкой прозрачностью (0,4–0,8 м), из-за большого содержания взвеси в воде. Величины *ВПП* в период исследований в столбе воды колебались от 0,53 до 2,68 O_2/м²·день, в среднем для южной части – 1,14, средней – 1,43 O_2/м²·день, максимальные значения – 1,67 и 2,68 O_2/м²·день, соответственно. Вторая, меньшая область губы, является ее морской зоной, в которой процесс первичного продуцирования неоднороден. С продвижением в сторону устьевой зоны Карского моря вода осветляется (до 1,2 м), меняется состав альгоценозов и увеличивается *ВПП* до 3,3 O_2/м²·день, в среднем составляя для северной части губы 1,47 O_2/м²·день. Низкая прозрачность воды в южной части акватории губы обусловила низкий уровень продуктивности фитопланктона в исследованном районе. Максимальная *ВПП* в столбе воды зарегистрирована в центральной глубоководной части разреза о. Шокальский – о. Белый на морском участке губы.

Для оценки трофического статуса исследованной акватории Обской губы по биомассе фитопланктона была использована классификация, разработанная по результатам многолетних исследований Обско-Тазовского района (Гаевский и др. 2009). В период исследований 2020 г. показатели биомассы (0,1–10,0 мг/л) в пресноводной речной области Обской губы соответствовали олиготрофно-мезотрофному состоянию вод с незначительным повышением в сторону эвтрофирования. Максимальная биомасса водорослей регистрировалась в прибрежной зоне у западного берега в летний период в районе м. Яптик-Сале (средняя часть), в осенний – в районе м. Каменный (южная часть). Таким образом, в августе-сентябре 2020 г. наблюдался высокий уровень обилия водорослей на речном участке губы, соответствующий интенсивному летнему развитию фитопланктона при сочетании благоприятных факторов среды.

Заключение. Биоразнообразие альгофлоры Обской губы и пространственно-временная изменчивость количественных показателей фитопланктона обусловлена огромной протяженностью, морфометрическими и гидролого-гидрохимическими условиями. Уникальность флоры – ее адаптация к суровому климату и постоянному взаимовлиянию пресных и соленых водных масс. В настоящее время в планктоне эстуарной области р. Обь зарегистрировано более 800 видов, разновидностей и форм микроводорослей из 8 отделов, при преобладании диатомовых, зеленых, динофитовых и цианопрокариот (94 % всего состава). Причем списки видов постоянно пополняются в ходе новых исследований. По результатам экспедиционных исследований, выполненных летом и осенью 2020 г., фитопланктон характеризуется большим видовым разнообразием, обитающим при довольно значительном диапазоне температур. Все встреченные виды широко распространены в планктоне эстуарной области р. Обь. Видоспецифичность эстуарного фитопланктона прослеживается уже с южных границ Обской губы от разреза пос. Ныда – банка Опасная. При этом далее на север на всей пресноводной области наблюдается существенное сходство его видового состава, что свидетельствует о сравнительно близких условиях формирования планктонных альгоценозов. Отмечены незначительные отличия индекса Шеннона для разных участков губы. Высокое разнообразие фитопланктона в средней части губы поддерживается за счет боковой проточности вдоль восточного берега, примерно на середине в губу впадает Тазовская губа с разнообразным и обильным фитопланктоном. На видовой состав альгоценозов северной части Обской губы, оказывают определенное влияние нагонные явления со стороны Карского моря. Отмечено снижение видового разнообразия и смена доминантов в структуре фитопланктона с юга на север. Растительный планктон южной и средней части губы отличается от её северной акватории, а именно преобладание в опресненной речной области пресноводной флоры с доминированием диатомовых и хлорококковых зеленых водорослей. Для морской области характерно появление в планктоне динофлагелят морского и солоноватоводного происхождения, на фоне вегетации диатомей и зеленых водорослей.

Для летне-осеннего периода была характерна значительная изменчивость количественных показателей фитопланктона. Численность и биомасса в поверхностном горизонте варьировали в достаточно широких пределах. Так, их значения соответственно составляли 0,02–32,4 млн кл./л и 0,01–9,97 мг/л. Количественные показатели фитопланктона достоверно снижались с юга на север с падением температуры воды. В южной части губы средняя численность равна 7,45 млн кл./л при биомассе 2,85 мг/л, в средней – 3,01 млн кл./л и 1,54 мг/л, в северной – 0,41 млн кл./л и 0,25 мг/л соответственно. Максимальные количественные значения отмечены в южной части губы осенью у западного берега в районе м. Паюта (32,4 млн кл./л) и м. Каменный (9,97 мг/л). Далее на север с увеличением солёности и нестабильностью среды обитания гидробионтов на северной акватории губы пресноводный фитопланктон погибает, а развитие солоноватоводных форм лимитируется низкой температурой воды и выедаемостью солоноватоводным зоопланктоном. Фитопланктон не достигает массовой вегетации. Численность и биомасса на самом северном створе снижаются до 0,02 млн кл./л и до 0,01 мг/л соответственно. Абсолютными продуцентами биомассы являются диатомовые водоросли, формируя в среднем 49–98 % общей биомассы с доминированием видов рода *Aulacoseira,* что характерно для Обской губы. В южной части преобладали диатомеи с цилиндрическим и короткоцилиндрическим панцирем. Далее на север мелкоклеточные центрические диатомеи с короткоцилиндрическим панцирем полностью замещаются крупноклеточными формами. Наибольшая вегетация водорослей для южного участка наблюдалась в осенний период, для среднего и северного – в летний. Цианобактерии пышно вегетировали в теплый период в прибрежной зоне берегов. Обилие динофлагелят возрастало к устьевому взморью, цианопрокариот – в южном направлении.

Первичная продукция фитопланктона составляет основу всех продукционных процессов в водоеме. Величина фотосинтеза в столбе воды в летний период изменялась от 0,31 до 3,32 O_2/м²·день, составляя в среднем для южного участка 1,14 O_2/м²·день, среднего – 1,43 O_2/м²·день, северного – 1,47 O_2/м²·день. Низкая прозрачность на южных разрезах определила низкий уровень продуктивности южного участка Обской губы.

Согласно трофической классификации значения биомассы фитопланктона на речной опресненной области Обской губы соответствовали в основном олиго-мезотрофному состоянию водных масс. Незначительное повышение эвтрофного состояния вод совпало с интенсивным развитием фитопланктона. Показатель естественного эвтрофирования максимальных значений достиг при пышной вегетации цианопрокариот в прибрежной зоне берегов.

В целом, фитопланктон устьевой области р. Обь в вегетационный сезон 2020 г. характеризуется широким видовым разнообразием, сравнительно высоким уровнем продуктивности. Для каждого участка и сезона свойственен доминирующий комплекс водорослей, а также общие закономерности изменения количественных показателей в зависимости от условий водной среды. Полученные результаты достаточно хорошо согласуются с наблюдениями и выводами предыдущих исследований и не выходят за пределы многолетних значений (Семенова, 1995, 2024; Гаевский и др., 2009). Экосистема Обской губы пока выдерживает усиливающееся антропогенное воздействие, но необходимы систематические наблюдения за состоянием водной биоты северного эстуария.

Благодарности. Авторы выражают благодарность В. С. Семенову за техническую помощь при обработке проб.

ЛИТЕРАТУРА

Гаевский Н. А., Семенова Л. А., Бондарь М. С. Пространственная и временная изменчивость качества поверхностных вод Обской губы по показателям фитопланктона (август–сентябрь 2020 г.) // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: сб. материалов VIII Всеросс. конф. по водной экотоксикологии / отв. ред. И. И. Томилина (п. Борок, 17–20 октября 2023 г.). – Ярославль: Филигрань, 2023. – С. 237–240.

Гаевский Н. А., Семенова Л. А., Матковский А. К. Трофический статус вод экосистемы Обско-Тазовской устьевой области по показателям фитопланктона // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень: ИПОС СО РАН, 2009. – Вып. 10. – С. 170–179.

Константинов А. С. Общая гидробиология. – М.: Высшая школа, 1979. – С. 85–116.

Лапин С. А. Особенности формирования пресноводного стока в эстуарных системах Оби и Енисея // Среда обитания водных биологических ресурсов: Тр. ВНИРО, 2017. – Т. 166. – С. 139–149.

Семенова Л. А. Фитопланктон Обской устьевой области и оценка его возможных изменений при изъятии части речного стока // Гидробионты Обского бассейна в условиях антропогенного воздействия: сб. науч. тр. – Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1995. – Вып. 327. – С. 113–119.

Семенова Л. А. Фитопланктон Средней Оби в условиях антропогенного воздействия // Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы: сб. материалов VIII Всеросс. конф. по водной токсикологии /отв. ред. И. И. Томилина (п. Борок, 17–20 октября 2023 г.). – Ярославль: Филигрань, 2023. – С. 179–182.

Семенова Л. А. К изучению фитопланктона устьевой области реки Оби // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2024. – Т. 23, № 2. – С. 382–390. https://doi.org/10.14258/pbssm.2024125.

Семенова Л. А., Ярушина М. И. Структура и пространственно-временная динамика фитопланктона Тазовской губы // Биология внутренних вод, 2012. – № 1. – С. 52–59.