

ЭКОЛОГО-ФЛОРИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ВОДОТОКОВ РАЗНОГО ПОРЯДКА В ЗОНЕ СПЛОШНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ (СРЕДНЯЯ СИБИРЬ)¹

Л.А. Глущенко, А.С. Прокушкин*

На примере водотоков разного порядка (рек Н. Тунгуска, Кочечум и трех ручьев), расположенных в зоне сплошного распространения мерзлоты, проведен анализ структуры фитопланктона в течение вегетационного периода. Обнаружено, что видовое разнообразие фитопланктона в исследованных водных объектах достаточно невелико (58 видов) с преобладанием диатомей (65 %). Показано, что развитие альгоценозов в значительной мере определяется температурным режимом и гидрологической фазой водотоков (межень, паводок), а степень сезонного оттаивания мерзлоты, обуславливая проникновение осадков в почву, влияет на гидрохимический состав поверхностных вод. Вместе с тем, гидрохимические параметры межени водотоков определяли экологические группы фитопланктона, обнаруженного в ручьях.

Введение

В Средней Сибири криолитозона занимает существенные площади. Граница островного распространения многолетнемерзлых грунтов находится на водоразделе рек Подкаменная Тунгуска и Ангара, а область сплошного распространения начинается на водоразделе рек Нижней и Подкаменной Тунгусок [4].

Присутствие мерзлоты определяет особенности биогеохимических процессов и гидрологии как наземных, так и водных экосистем [11]. Наиболее мощное влияние мерзлоты на формирование потоков воды и вещества наблюдается в области ее сплошного распространения, где водосборы полностью подстилаются мерзлотным водоупором. В этих условиях водотоки характеризуются паводковым гидрологическим режимом и специфической гидрохимией, опосредованной глубиной сезонноталого слоя почвы на водосборных бассейнах [12, 16, 20] и количеством поступающих осадков [14].

Степень экологической изученности биологической продуктивности поверхностных вод криолитозоны явно недостаточна, поэтому эколого-географические и количественные сведения о фитопланктоне водотоков этого региона крайне важны для понимания вклада этого звена в поступление $C_{орг}$ в арктические моря России [3]. В данной работе сделана попытка для водотоков разного порядка, расположенных в мерзлотной зоне Средней Сибири, оценить количественные характеристики численности и биомассы водорослей фитопланктона. Получены данные о видовом составе фитопланктона, пространственных и временных изменениях структуры альгоценозов.

Материал и методы

Исследования проводились с мая по сентябрь 2003 г. в Центральной Эвенкии (64°N 100°E). Отбор проб воды осуществлялся в среднем течении реки Нижняя Тунгуска (около пгт Тура), устье р. Кочечум (правый приток р. Нижняя Тунгуска), ручьях Баженов, Кулингдакан и ручье без географического названия (далее П2), расположенных здесь в порядке уменьшения их водосборного бассейна (около 7, 4 и 1 тыс. га) (рис. 1).

Отделение водорослей от воды производили фильтрационным способом с помощью мембранных фильтров марки «Супрог» № 4 с диаметром пор 0,85 μm . Затем пробы консервировали, в качестве консерванта применяли раствор Люголя в модификации Г.В. Кузьмина [7, 13]. Пробы фитопланктона отбирали в трех повторностях. Камеральная обработка проб сводилась к диагностике видовой структуры и оценке плотности (численности и биомассы) сообщества. Качественный и количественный анализы осуществляли в камере Горяева (объемом 0,0009 мл). Одновременно с выявлением видового состава была установлена численность каждого вида водорослей в млн кл/ m^3 и чистая его биомасса в мг/ m^3 . Численность и биомассу водорослей оценивали счетно-объемным методом. При эколого-географической характеристике придерживались наиболее разработанных систем, принятых в экологии и биогеографии водорослей [2].

Всего за период исследований было собрано и обработано 36 проб фитопланктона.

Для оценки видового разнообразия сообществ фитоперифитона использовали индекс Шеннона-Маргалёфа [1] на основе численности отдельных видов.

Сопоставление видового разнообразия водотоков производилось по экологическому коэффициенту видового сходства Серенсена-Чекановского (Ksc) [10]. Для оценки достоверности различий в видовой структуре между сравниваемыми сообществами перифитона использовался критерий Фишера (F ϕ).

Санитарно-биологический анализ качества воды проведен по методу индикаторных организмов Пантле и Букка с использованием индекса сапробности, рассчитанному методом Пантле и Букка в модификации Сла-

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке грантов Красноярского краевого фонда науки 11F0074M и РФФИ 03-04-48037-а.

* © Л.А. Глущенко, Красноярский государственный университет, 2005; А.С. Прокушкин, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2005.

дечека и Дзюбана [5, 9]. Оценка степени загрязнения и классов качества вод определялись в соответствии с ГОСТом [9]. Для установления сапробности гидробионтов использовали таблицы Сладечека [18] и Вегла [19].



Рис. 1. Снимок NOAA района исследований. Точками указаны места отбора проб воды: 1 - р. Нижняя Тунгуска; 2 - р. Кочечум; 3 - руч. Баженов; 4 - руч. П2; 5 - руч. Кулингдакан

Для расчета расхода воды в ручьях учитывались скорость течения, топография дна ручья и уровень воды. Данные о расходе воды в реках были взяты из [6, 8]. Удельная электропроводность и pH воды измерялись на иономере-кондуктометре «Анион-7051» (Инфраспак-Аналит, Новосибирск). Определение растворенного органического углерода (<0,45 μm) в воде водотоков проводили мокрым сжиганием с использованием 0,1 н сульфохромной смеси (4,9 г дм^{-3} $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ и H_2SO_4 , 1:1 w/w). Количество восстановленного хрома определялось колориметрически при 590 нм (КФК-3, Россия). В качестве стандарта нами была использована сахароза [12].

Результаты и обсуждение

Результаты исследований показали, что видовое разнообразие фитопланктона рек достаточно невелико. Обнаружено 58 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к четырем отделам. В составе альгоценозов преобладали диатомовые (65 % от общего числа таксонов), зеленые (28 %) водоросли и сине-зеленые - 5 %, вклад пиррофитовых незначителен (табл. 1). Коэффициент флористического сходства ($K_{\text{сч}}=0,39$) фитопланктона рек Кочечум и Н.Тунгуска невысок. В фитопланктоне р. Н.Тунгуска нами отмечено большее видовое богатство зеленых водорослей (16 видов и внутривидовых таксонов) за счет таких представителей, как *Actinastrum hantzschii* Lagerh., *Ankistrodesmus arcuatus* Korschik., *Chlorella vulgaris* Beijer, *Cladophora glomerata* (L.) Kutz., *Coelastrum microporum* Nag., *Crucigenia apiculata* Schmidle, *Dictyosphaericum anomalum* Korschik., *Pandorina morum* (O. Mul.) (Bory), *Pediastrum tetras* (Ehr.) Ralfs., водорослей р. *Scenedesmus* и др. (табл. 1). Данный факт свидетельствует, вероятно, о более благоприятных температурных и эдафических условиях для развития альгоценоза в водах Нижней Тунгуски, формируемых на юге, где мерзлота отсутствует.

Рассчитанные коэффициенты флористического сходства ручьев Кулингдакан, П2 и Баженов были довольно высокими (0,53-0,69). Во временном аспекте разнообразие водорослей фитопланктона исследуемых рек варьировало значительно (индекс видового разнообразия Шеннона (\bar{H}) изменялся от 0 до 3,25), с тенденцией к увеличению в середине вегетационного сезона (конец июля-начало августа) (табл. 2). Максимальное разнообразие видов фитопланктона зарегистрировано на р. Н. Тунгуска 30 июля 2003 г. ($\bar{H} = 3,25$ бит). На ручьях Кулингдакан, Баженов и П2 в июле индекс составил 2,66, 2,50, 2,85 бит соответственно (табл. 2). В целом, флористический состав планктонных альгоценозов исследованных водоемов характеризуется как зелено-диатомовый с присутствием сине-зеленых водорослей.

Таблица 1

Видовой состав фитопланктона некоторых рек мерзлотной зоны, 2003 г.

№ п/п	Название вида	Встречаемость в районе отбора проб				
		Нижняя Тунгуска	Кочечум	Кулингдакан	Баженов	П2
Bacillariophyta						
1.	<i>Achnanthes linearis</i> (W. Sm.) Grun.	+		+	+	+
2.	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.), Grun.		+	+	+	+
3.	<i>Achnanthes minutissima</i> Kutz.	+	+	+		+
4.	<i>Asterionella formosa</i> Hass.	+		+		
5.	<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cl.					+
6.	<i>Ceratoneis arcus</i> (Ehr.) Kutz.		+	+	+	+
7.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.		+		+	+
8.	<i>Cyclotella radiosa</i> (Grun.) Lemm.			+		+
9.	<i>Cymatopleura solea</i> (Breb.) W. Sm.	+				
10.	<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cl.	+		+	+	+
11.	<i>Cymbella ventricosa</i> Kutz.			+	+	+
12.	<i>Cymbella gracilis</i> (Rabenh) Cl.		+			
13.	<i>Diatoma elongatum</i> (Lyngb.) Ag.	+	+			
14.	<i>Diatoma hiemale</i> (Lyngb.) Heib.		+			+
15.	<i>Diatoma vulgare</i> Bory			+	+	+
16.	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngb.) M. Schmidt			+		
17.	<i>Epithemia sorex</i> Kutz.	+	+	+		
18.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitt.				+	
19.	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehr.			+		
20.	<i>Gomphonema constrictum f. capitatum</i> Ehr.		+			
21.	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grun.	+				
22.	<i>Aulacosira granulata</i> (Ehr.) Sim.			+		
23.	<i>Meridion circulare</i> Ag.		+	+	+	+
24.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kutz.	+	+	+	+	+
25.	<i>Navicula dicephala</i> (Ehr.) W. Sm.	+				
26.	<i>Navicula pupula</i> Kutz.			+		+
27.	<i>Navicula radiosa</i> Kutz.	+	+	+		
28.	<i>Navicula cuspidate</i> Kutz.	+			+	
29.	<i>Navicula menisculus</i> Schum.		+			
30.	<i>Nitzschia palea</i> (Kutz.) W. Sm.	+	+	+		+
31.	<i>Pinnularia gibba</i> Ehr.		+	+		+
32.	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cl.	+	+	+	+	+
33.	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.), O. Mull.	+				
34.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grun.	+				
35.	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	+	+	+	+	+
36.	<i>Tabellaria fenestrata</i> Lyngb. (Kutz.)		+	+	+	
37.	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth.) Kutz.	+	+			
38.	<i>Opephora martyi</i> Herib.	+				
Cyanophyta						
39.	<i>Anabaena flos-aquae</i> (Lyngb.) Breb.	+		+		+
41.	<i>Phormidium uncinatum</i> (Ag.) Gom.		+			
Chlorophyta						
42.	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerh.		+	+		
43.	<i>Ankistrodesmus arcuatus</i> Korschik	+				+
44.	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijer.	+		+		+
45.	<i>Chlorococcum</i> sp. Menengh. emend Starr.	+				
46.	<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kutz.				+	
47.	<i>Closterium acerosum</i> (Schr.) Ehr.	+	+		+	+
48.	<i>Coelastrum microporum</i> Nag.	+				
49.	<i>Crucigenia apiculata</i> Schmidle	+				
50.	<i>Dictyosphaericum anomalum</i> Korschik	+	+			
51.	<i>Pandorina morum</i> (O. Mul.) (Bory)	+				
52.	<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs	+				
53.	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.	+				
54.	<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm.	+				
55.	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turp.) Breb.	+				
56.	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.	+				
57.	<i>Cosmarium undulatum</i> Corda				+	
Pyrrophyta						
58.	<i>Peridinium cinctum</i> (O.F.M.) Ehr.	+				
40.	<i>Oscillatoria tenuis</i> v. <i>tenuis</i> Ag.			+	+	

Примечание: "+" - вид зарегистрирован.

Динамика плотности (N, млн кл/м³, B, мг/м³), индексов сапробности (S, балл) и видового разнообразия (H, бит) фитопланктона некоторых рек мерзлотной зоны, 2003 г.

Дата отбора	Показатель	Водоток				
		Нижняя Тунгуска	Кочечум	Кулиنگдакан	Баженов	П2
20 мая	N, млн кл/м ³	142	478	-	-	-
	B, мг/м ³	1111	705	-	-	-
	S, балл	1.55	1.38	-	-	-
	H, бит	1.77	2.04	-	-	-
10 июня	N, млн кл/м ³	-	-	13	14	6
	B, мг/м ³	-	-	8	11	23
	S, балл	-	-	0.75	1.19	0.65
	H, бит	-	-	0	1.37	0
19 июня	N, млн кл/м ³	319	53	107	40	8
	B, мг/м ³	1149	248	162	52	48
	S, балл	1.84	1.01	0.87	2.05	1.95
	H, бит	2.75	1.50	1.63	2.03	0
25 июля	N, млн кл/м ³	-	-	46	13	109
	B, мг/м ³	-	-	74	55	342
	S, балл	-	-	1.01	1.34	1.27
	H, бит	-	-	2.66	2.42	2.85
30 июля	N, млн кл/м ³	2152	227	305	32	112
	B, мг/м ³	593	77	126	144	279
	S, балл	2.03	2.82	1.94	1.05	1.28
	H, бит	3.25	1.11	0.57	2.50	2.83
4 августа	N, млн кл/м ³	-	-	141	76	123
	B, мг/м ³	-	-	155	298	620
	S, балл	-	-	1.71	1.39	1.31
	H, бит	-	-	2.65	1.47	2.70
Среднее за вегет. сезон	N, млн кл/м ³	871±643	253±124	122±51	35±12	72±26
	B, мг/м ³	951±179	343±187	105±29	112±51	262±109
	S, балл	1.81±0.14	1.74±0.55	1.26±0.24	1.40±0.17	1.29±0.21
	H, бит	2.59±0.43	1.55±0.27	1.50±0.54	1.96±0.23	1.68±0.68

Примечание: "-" - данные отсутствуют.

Во флоре рек мерзлотной зоны за период исследований зарегистрированы в основном донные (56 %), планктонные (30 %) виды водорослей и водоросли, обитающие в двух и более экологических нишах. Виды-индифференты по отношению к содержанию солей в воде значительно преобладают (75 %) над остальными, индикаторные группы водорослей присутствуют почти поровну: виды-галофилы в совокупности с мезогалофитами составляют 14 % флоры и виды-галофобы - 11 %. Следует при этом отметить, что удельная электропроводность (УЭП) воды исследованных малых водотоков очень низка, изменяясь от 15 $\mu\text{S}/\text{cm}$ в весенний период до 80 $\mu\text{S}/\text{cm}$ осенью. В соответствии с этими величинами водотоки относятся к ультрапресным водоемам. Основной вклад в изменчивость УЭП поверхностных вод в районе исследований вносят атмосферные осадки, которые в силу незначительного оттаивания почвы и непроницаемости мерзлотного водоупора поступают в водотоки непосредственно после контакта с верхними органомными горизонтами почв - обедненными растворимыми неорганическими соединениями [16]. Проникновение в минеральные горизонты ограничено мерзлотным водоупором, а также малой гидравлической проводимостью переувлажненной, глинистой почвы.

По отношению к активной реакции водной среды анализ видового состава показал, что наиболее многочисленна группа рН-индифферентов - 21 вид (48 %), причем сюда относятся такие массовые виды, как *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr., водоросли р. *Achnanthes*, *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Breb., *Dictyosphaerium anomalum* Korschik. Алкалифильные виды с алкалобионтами на втором месте - 19 видов (43 %), а ацидофильные виды составляют 9 % от общего числа водорослей. При этом на примере ручья Кулиنگдакан выявлено, что рН воды в течение безморозного периода изменяется достаточно существенно - от 5,9 до 8,4 с тенденцией роста средних значений к осени. Основным фактором, контролирующим реакцию среды воды ручья, считается поступление аллохтонного органического вещества с максимальными концентрациями (до 30 мгС/л) при паводках. В периоды межени, характеризующиеся наибольшим развитием фитопланктона, рН воды нейтральная или слабощелочная.

Проведенная санитарно-биологическая оценка качества воды по составу индикаторных организмов установила, что среди водорослей, обнаруженных в исследуемых водотоках мерзлотной зоны, 50 видов - показа-

тели органического загрязнения воды. На первом месте виды-мезосапробионты - 36 %, это такие виды, как *Gomphonema acuminatum* Ehr., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. и др. Многочисленны и практически одинаковы по числу видов группы ксено-, олиго- и β -мезосапробионты - 9-10 видов, что составило 18-20 % от общего их числа. Массовыми видами из ксеносапробионтов можно назвать *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kutz. и *Pinnularia microstauron* (Ehr.) Cl.; из олигосапробионтов в пробах присутствовали *Achnanthes minutissima* Kutz. и *Fragilaria crotonensis* Kitt; из β -мезосапробионтов - такой массовый вид, как *Navicula cryptocephala* Kutz. Представители группы α -мезосапробионтов (2 %) практически не играют роли в составе фитопланктона, за исключением *Chlorella vulgaris* Beijer.

Массовое вегетирование водорослей из групп ксено-, олиго- и мезосапробионтов определяет хорошее качество воды обследованных водотоков. Индекс сапробности колебался от 1,20 до 1,70 баллов, что соответствует олигосапробной и мезосапробной зоны самоочищения, II-III классам качества вод - чистые, умеренно загрязненные воды, имеющие слабую степень естественного органического загрязнения (см. табл. 2). Вместе с тем индекс сапробности имел обратную зависимость от концентрации органического вещества и расхода воды в водотоке (рис. 2А и 2Б). Факт отрицательной связи между сапробностью и количеством органического вещества в водотоке в определенной степени противоречит представлениям об этих параметрах, но достаточно легко объясняется с позиций механизмов поступления аллохтонного вещества в водотоки. Паводковый режим питания водотоков в мерзлотной зоне обуславливает внос в водные объекты с поверхностным стоком значительного количества водорастворимого гумуса [17], а величина его содержания в водотоке напрямую зависит от расхода воды (например, руч. Кулингдакан, $r=0,85$, $p<0,05$). Рост последнего свою очередь ведет как к снижению «концентрации» фитопланктонных водорослей за счет эффекта разбавления, так и к появлению главным образом перифитонных видов. Вместе с тем наблюдается общее снижение индекса видового разнообразия ($r=-0,87$, $p<0,01$). В периоды межени концентрации РОУ достаточно велики (12-15 мгС/л) по сравнению с водотоками умеренной зоны, но само органическое вещество представлено продуктами гумусообразования, слабо доступными для утилизации микрофлорой [15], что, вероятно, и обуславливает относительно низкий индекс сапробности.

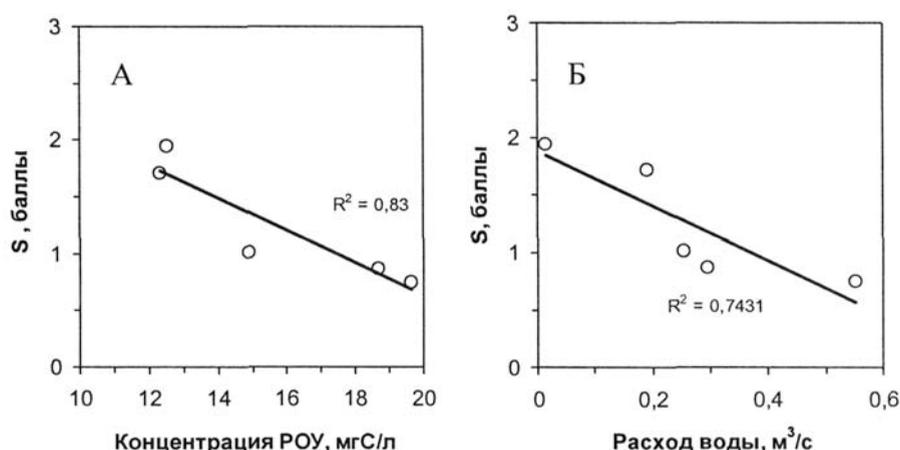


Рис. 2. Зависимость индекса сапробности (А) от концентрации растворенного органического углерода (РОУ) и (Б) от расхода воды в ручье Кулингдакан

В соотношении биогеографических групп водорослей прослеживается преобладание полизональных видов (80 %) над аркто-альпийскими (9 %) и бореальными (9 %); эндемичных, альпийских, североальпийских и других видов обнаружено не было, что подтверждает отсутствие «изолированности» водотоков.

В водотоках, подверженных влиянию сезонных осадков, наиболее заметны изменения численности и биомассы водорослей в зависимости от колебаний уровня воды. Наши исследования позволили выявить, что изменения биомассы альгоценозов закономерны и зависят от уровневого режима. Так, наибольшие показатели развития фитопланктона, как уже указывалось выше, наблюдаются в маловодный период, и, наоборот, повышенная водность связаны с угнетением альгоценозов. Статистический анализ материала позволил установить обратную зависимость между уровнем воды и численностью фитопланктона на реках Кочечум, Н.Тунгуска и ручьях Кулингдакан, Баженов и П2 ($r=-0,54$, $-0,98$, $-0,87$, $-0,53$, $-0,73$; $P > 0,95$ соответственно). Зарегистрирована также статистически значимая корреляция биомассы альгоценозов и среднедекадной за вегетационный сезон температурой воды (рис. 3). Так, например, 10-19 июня 2003 г. отмечены минимальные значения численности водорослей (табл. 2) на реках Кочечум и Н.Тунгуска: 53 млн кл/м³ и 142 млн кл/м³ соответственно. Такая же закономерность прослеживается и на ручьях Кулингдакан, Баженов, П2, где численность фитопланктона в наших пробах была 13 млн кл/м³, 14 млн кл/м³ и 6 млн кл/м³ соответственно. В этот период зарегистрированы пики уровня воды на исследуемых водотоках (например, 125.62-125.77 м

БС на р. Н.Тунгуска (район Туры)) (рис. 4, 5). Далее средние значения численности и биомассы водорослей стабильно и в значительной степени увеличиваются. Максимум численности наблюдается в июле на реках Кочечум и Н.Тунгуска и на ручье Кулингдакан, в августе на ручьях Баженов и П2 (табл. 2).

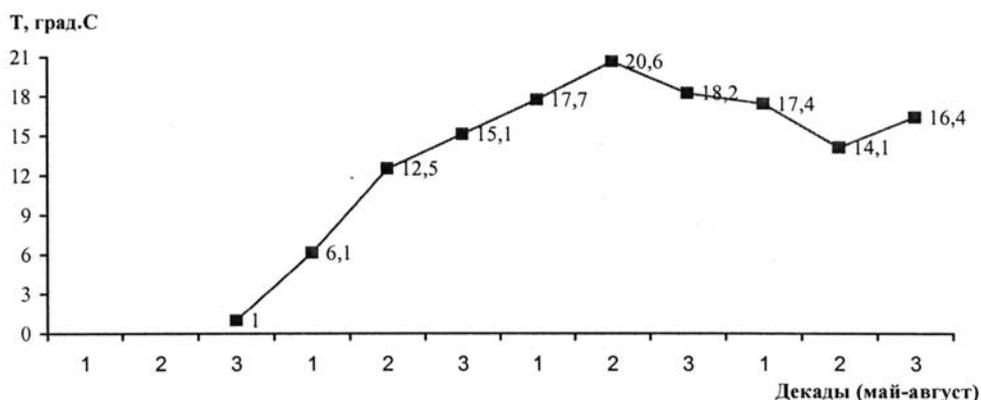


Рис. 3. Температура (T, °C) воды р. Н.Тунгуска в районе пгт. Тура (вскрытие - 3-я декада мая)

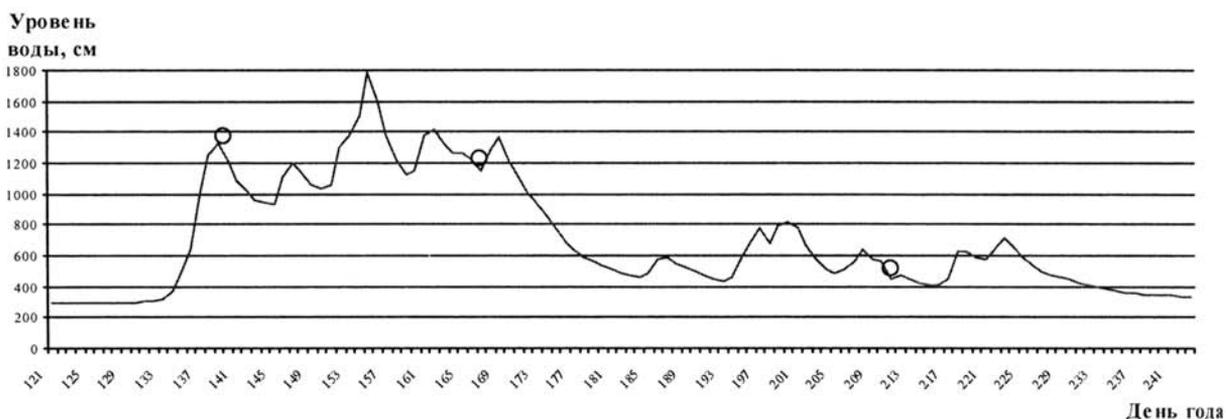


Рис. 4. Уровень воды, см (отметка нуля поста 124.4 м Б.С.) р. Н.Тунгуска (район пгт. Тура), май-август 2003 г. Точками обозначены даты отбора проб

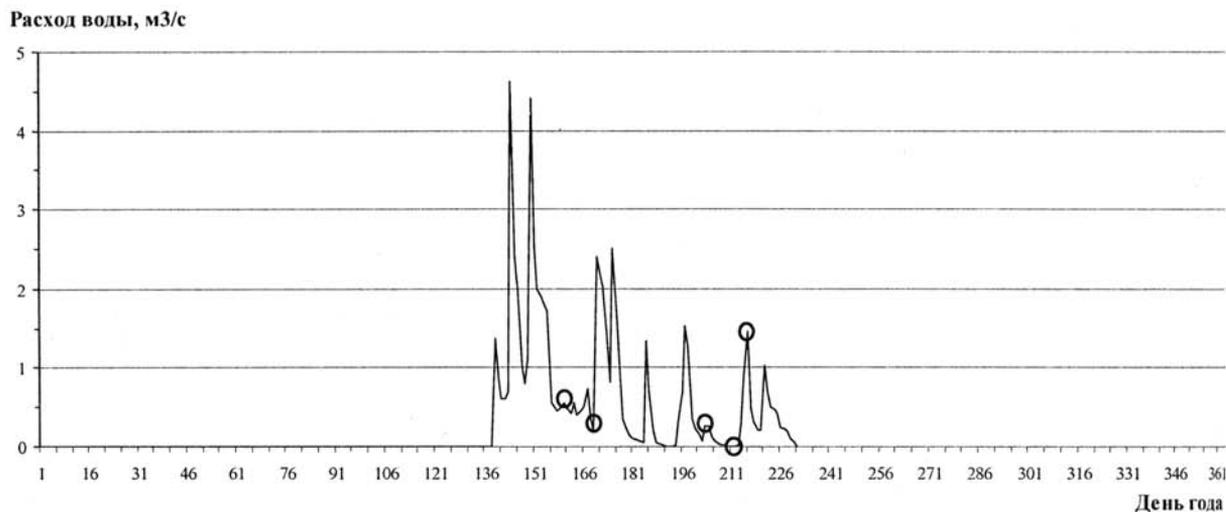


Рис. 5. Расход воды в руч. Кулингдакан, май-август 2003 г. (после 18.08 измерения не проводились). Точками обозначены даты отбора проб

Заключение

Таким образом, регулирующее влияние на развитие водорослей фитопланктона исследуемых водотоков оказывает гидрологический режим. При частых паводках в водотоке наблюдается низкий уровень развития водорослей, а их максимум устанавливается в период меженных расходов.

Считается, что в незатененных водотоках паводковый режим, возможно, служит основным фактором, определяющим развитие бентосных водорослей. Частота и интенсивность наводнений оказывают влияние и на другие факторы, важные для колонизации водорослей и их роста: видовой состав, концентрацию биогенов, прозрачность воды, скорость потока воды. Даже при наличии других потенциально положительных внешних факторов частые паводки могут ограничивать нарастание биомассы и удерживать ее на постоянном, относительно невысоком уровне. Однако паводки нельзя считать только отрицательно воздействующими на сообщество, чередование меженных и паводковых периодов служит необходимым фактором обеспечения динамичного облика речных экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов А.Ф. Подходы к оценке состояния водных экосистем / А.Ф. Алимов, Е.В. Балушкина, А.А. Умнов // Экологические эксперименты и критерии экологического нормирования. - Л.: ЗИН АН СССР, 1996. - С. 37-47.
2. Баринова С.С. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. WEB: <http://www.herba.msu.ru/algae/> / С.С. Баринова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова.
3. Виноградов М.Е. Цикл углерода в арктических морях России / М.Е. Виноградов, Е.А. Романкевич, А.А. Ветров, В.И. Ведерников // Круговорот углерода на территории России / Под ред. Г.А. Заварзина - М., 1999 - С. 300-325.
4. Герасимов И.П. Средняя Сибирь / И.П. Герасимов. - М.: Наука, 1964. - 357 с.
5. Дзюбан Н.А. О гидробиологическом контроле качества вод по зоопланктону / Н.А. Дзюбан, С.П. Кузнецова // Научные основы контроля качества вод по гидробиологич. показателям. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. - С. 160-167.
6. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. - Красноярск: Гидрометеиздат, 1985. - Т. 1, вып. 12. - 349 с.
7. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах: фитопланктон и его продукция. - Л., 1984. - 32 с.
8. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши (бассейн р. Енисей). - Красноярск: Гидрометеиздат, 1985. - Т. 1, вып. 12. - 672 с.
9. Охрана природы. Гидросфера: Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. ГОСТ 17.1.3.07-82. - М.: Изд-во стандартов, 1982. - 12 с.
10. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. - М.: Наука, 1982. - 286 с.
11. Поздняков Л.К. Гидроклиматический режим лиственничных лесов Центральной Якутии / Л.К. Поздняков. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - 146 с.
12. Прокушкин А.С. Растворенный органический углерод в водотоках мерзлотной зоны Центральной Эвенкии / А.С. Прокушкин, А.П. Абаимов, С.Г. Прокушкин, И.В. Гавриленко // Сибирский экологический журнал, - 2003. - Т. 10, № 6. - С. 727-734.
13. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В.А. Абакумова. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 45 с.
14. Cronan C.S. and Aiken R.G. Chemistry and transport of soluble humic substances in forested watersheds of the Adirondack Park, New York. Geochim. Cosmochim. Acta. 1985. 49. pp. 1697-1705.
15. Kalbitz K., Schmerwitz J., Schwesig G., Matzner E. Biodegradation of soil-derived dissolved organic matter as related to its properties. Geoderma, 2003. 113. pp. 273-291.
16. MacClean R., Oswood M.W., Irons III J.G., McDowell W.H. The effect of permafrost on stream biogeochemistry: A case study of two streams in the Alaskan (USA) taiga // Biogeochem. 1999. № 47. pp. 239-267.
17. McDowell W.H., Wood T. Soil processes control dissolved organic carbon concentrations in stream water. Soil Sci. 1984. 137. pp. 23-32.
18. Sladecek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol., 1973. Beih. 7: Ergeb. Limnol. H. 7.
19. Wegl R. Index für die Limnosaprobität // Beiträge zur Gewässerforschung - XIII Band 26 (1883), 127-173 p.
20. Woo M.K., Winter T.C. The role of permafrost and seasonal frost in the hydrology of northern wetland in North America. J. Hydrol. 1993. 141. pp. 5-31.

**ECOLOGO-FLORISTIC CHARACTERISTICS AND PHYTOPLANKTON STRUCTURE
OF DIFFERENT ORDER WATERCOURSES IN THE AREA
OF CONTINUOUS PERMAFROST DISTRIBUTION (CENTRAL SIBERIA)**

L.A. Glushchenko, A.S. Prokushkin

Different orders fluvial systems (rivers Lower Tunguska and Kochechum and three streams) located in the area of continuous permafrost distribution were analyzed in view of their phytoplankton structure during growing season. In overall 58 species of algae were identified in studied fluvial systems, that was lower than found in southern regions. Diatoms were most abundant group of phytoplankton comprising about 65% of all identified species. Development of algocoenoses was significantly controlled by temperature and phase of hydrological cycle (base- or stormflow). Hydrochemistry of surface water was dependent on permafrost thawing depth that determined degree of atmospheric water infiltration to soil and consequently enrichment by inorganic ions. Meanwhile, baseflow hydrochemistry was responsible for ecological groups of phytoplankton to be identified in streams.