

**ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИТОПЕРИФИТОНА  
НА УЧАСТКАХ р. ЕНИСЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ СОСТОЯНИЕМ  
АНТРОПОГЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ<sup>1</sup>**

**Н.А. Гаевский, Т.Н. Ануфриева,  
Е.А. Иванова, Т.Б. Горбанева \***

*Фитоперифитон собирали с четырех участков, расположенных вдоль правого берега реки Енисей от нижнего бьефа Красноярской ГЭС до г. Сосновоборска. Пробы отбирали один раз в месяц с апреля по октябрь 2005 г. Сезонные и пространственные изменения фитоперифитона оценивали на основе численности и биомассы клеток, общей и дифференцированной концентрации хлорофилла «а». Структуру фитоперифитона формировали четыре таксона: Bacillariophyta – 33 вида, Chlorophyta – 6 видов, Cyanophyta – 4 вида, Euglenophyta – 1 вид. Определены периоды максимального и минимального сходства структуры фитоперифитона на смежных станциях. Получены пространственно-временные распределения концентрации хлорофилла «а» и биомассы структурообразующих отделов. Дана оценка валовой первичной продукции.*

Использование фитоперифитонных сообществ в качестве индикаторов состояния окружающей среды требует проведения систематических исследований пространственной и временной изменчивости структурно-функциональных характеристик. Исследования такого рода на участке р. Енисей в зонах выраженного антропогенного воздействия нами проводятся с 2002 г. [1]. В работе применяли гидробиологические и биофизические методы. В случае их удачной интеркалибровки, биофизические методы позволят расширить экологические исследования р. Енисей и сделают их более эффективными.

Целью настоящей работы было продолжение комплексных исследований фитоперифитона р. Енисей для последующего выявления временных и пространственных закономерностей развития альгоценоза, а также оценка результатов сравнительного анализа структурно-функциональных показателей фитоперифитона, полученных гидробиологическими и биофизическими методами.

***Материалы и методы***

Изучение фитоперифитона проводили на четырех участках р. Енисей вдоль правого берега от плотины Красноярской ГЭС до г. Сосновоборска (общая протяженность 89 км). Сетка станций и места отбора проб соответствовали пунктам режимных работ Красноярского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [1]. Станция № 1 расположена на 0,5 км ниже плотины Красноярской ГЭС, выше г. Дивногорска; станция № 2 – ниже г. Дивногорска и дер. Слизнево, станция № 3 – ниже г. Красноярска и пос. Березовка; станция № 4 - ниже г. Сосновоборска. Агентами антропогенного влияния на фитоперифитон на станции № 1 было Красноярское водохранилище (нижний бьеф), на станции № 2 - стоки очистных сооружений г. Дивногорска, неочищенные стоки пос. Слизнево и пос. Овсянка, правый приток – р. Мана; на станции № 3 - стоки правобережных очистных сооружений г. Красноярска, стоки пос. Березовка, предприятия по добыче гравия, правый приток – р. Березовка; на станции № 4 – стоки д. Есаулово, дачных поселков и стоки очистных соору-

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ - ККФН «Енисей» 05-04-97705 р-енисей\_a.

\* © Н. А. Гаевский, Т.Н. Ануфриева, Т.Б. Горбанева, Красноярский государственный университет; Е.А. Иванова, Красноярский государственный аграрный университет, 2006.

жений г. Сосновоборска, правый приток – р. Есауловка. В районе станций №1 и №3 берег высокий, дно каменистое, в районе станций №2 и №4 берег пологий, дно песчаное мелкокаменистое заиленное.

Отбор проб проводили в середине каждого месяца с апреля по октябрь 2005 г. за исключением станции № 1, на которой пробы в апреле не были отобраны из-за сброса воды через плотину ГЭС.

Сбор и обработку проб фитоперифитона с камней проводили стандартными методами [2]. После отделения от субстрата клетки водорослей и цианобактерий гомогенизировали в исходной среде, суспензию делили на три части для определения видового состава, концентрации хлорофилла «а» на основе спектрофотометрии [3] и дифференциального флуоресцентного анализа [4, 5] с учетом влияния светового фактора [6]. В работе использовали флуориметр ПФЛ 3004 (КрасГУ).

Общее представление о различиях таксономической структуры фитоперифитона на исследованных участках р. Енисей с апреля по октябрь 2005 г. получено на основе метода визуализации [5]. Для определения различий таксономической структуры двух фитоперифитонных сообществ выбран параметр «эвклидово расстояние» [7].

### Результаты и обсуждение

Таксономическая структура фитоперифитона была представлена четырьмя отделами: *Bacillariophyta* – 33 таксона, *Chlorophyta* – 6 таксонов, *Cyanophyta* – 4 таксона, *Euglenophyta* – 1 таксон. По частоте встречаемости ( $p > 0,50$ ) в пробах структурообразующие таксоны располагались в следующем порядке: *Cymbella ventricosa* (Kutz) (0,86), *Diatoma vulgare* Bory и *Synedra sp.* (Ehr.) (0,74), *Ulothrix zonata* (Kutz) (0,71), *Diatoma elongatum* (Lingb.) Ag. (0,70), *Navicula sp.* Bory (0,65), *Gomphonema geminatum* (Lyngb.) Ag. (0,64), *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr. (0,59), *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. (0,55), *Ceratoneis arcus* (Ehr.) (0,52), *Rhoicosphenia curvata* (Kutz) Grun. (0,51), *Oscillatoria sp.* Vaush. (0,50).

Аналогичный анализ проведен для каждой станции:

Станция № 1 – *C. ventricosa* (1,0); *D. vulgare*, *D. geminata*, *Synedra sp.*, *Ul. zonata* (0,83); *Achnanthes minutissima* (Kutz) (0,67); *Oscillatoria sp.*, *Synechocystis sp.* Sauv., *C. arcus*, *D. elongatum*, *Diatoma hiemale* (Lingb.) Heib., *F. crotonensis*, *Gomphonema tenellum* (Kutz), *Aulacosira islandica* (O. Mull.) Simonsen., *Aulacosira varians* Ag., *S. ulna* (0,5). Наибольшую долю по сырой биомассе составляли нитчатые зеленые водоросли *Ul. zonata*. В разные месяцы в составе фитоперифитона присутствовали диатомовые водоросли р. *Aulacosira* и *G. geminatum*. В октябре доминирующий вид *Ul. zonata* сменила нитчатая зеленая водоросль р. *Mougeotia*.

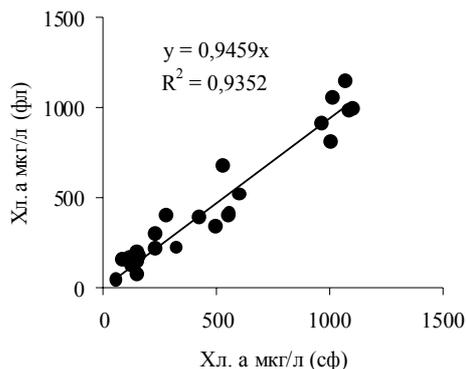
Станция №2 – *Navicula sp.* (1,0); *C. ventricosa*, *D. elongatum*, *Synedra sp.* (0,86); *Oscillatoria sp.*, *A. minutissima* (0,71); *R. curvata*, *Ul. zonata* (0,57). Весной основной вклад в биомассу вносил *Ulothrix zonata*, в летний позднелетний период (июнь-сентябрь) – диатомовые водоросли родов *Achnanthes*, *Cymbella*, *Diatoma*, *Gomphonema*, *Fragilaria*, *Synedra*, в сентябре появились цианобактерии р. *Oscillatoria*, которые в октябре стали доминантами в комплексе с зеленой водорослью *Ul. zonata*.

Станция №3 – *C. ventricosa*, *D. elongatum*, *D. vulgare*, *F. construens*, *S. ulna*, *Ul. zonata* (0,86); *D. geminata*, *Navicula sp.*, *Synedra sp.* (0,71); *C. arcus*, *Gomphonema lanceolatum* Ehr., *A. islandica*, *R. curvata* (0,57). С апреля по июль доминировала зеленая нитчатая водоросль *Ul. zonata*. В августе в сообществе наряду с *Ul. zonata* в равном соотношении присутствовали диатомовые водоросли родов *Synedra* и *Diatoma*. В сентябре – октябре доминировал диатомовый комплекс, состоящий из родов *Achnanthes*, *Aulacosira*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Gomphonema*.

Станция №4 – *D. vulgare* (0,86); *C. arcus*, *C. ventricosa*, *D. geminata*, *Fr. construens*, *Navicula sp.*, *S. ulna* (0,71); *D. elongatum*, *A. varians*, *R. curvata*, *Synedra sp.*, *Synedra vaucheriae* Kutz, *Ul. zonata* (0,57).

Определены различия в составе структурообразующих видов фитоперифитона в зависимости от пространственно-временных факторов. В соответствии с порядком расположения станций от плотины Красноярской ГЭС до г. Сосновоборска установлены изменения комплексов доминирующих видов. Апрель–май: «зелено-диатомовый» (станция № 1), «зеленый» (станция № 2), «зелено-диатомовый» (станция № 3), «диатомовый» (станция № 4). Июнь – июль: «диатомовый–зеленый» (станция № 1), «зелено-диатомовый» (станции № 2 и № 3), «диатомовый» (станция № 4). Август – сентябрь: «диатомовый», «диатомово-зеленый» (станция № 1), «диатомово-цианобактериальный» (станция № 2) «диатомово-зеленый» (станция № 3), «диатомовый» (станция № 4). Октябрь: «зелено-диатомовый» (станция № 1), «цианобактериально-диатомовый» (станция № 2), «диатомовый» (станции № 3 и № 4). В целом, характер пространственной изменчивости таксономической структуры фитоперифитона определяли различия сукцессии на станциях № 1 и № 2.

Адекватность определения концентрации хлорофилла «а» флуоресцентным методом проверили путем построения линейной регрессионной зависимости между величинами концентрации хлорофилла «а», полученными спектрофотометрическим и флуоресцентным методами (рис. 1). Уравнение линейной регрессии ( $Y = b X$ ) описывало 93,5 % данных, отличие коэффициента  $b$  от единицы не превысило 0,05.

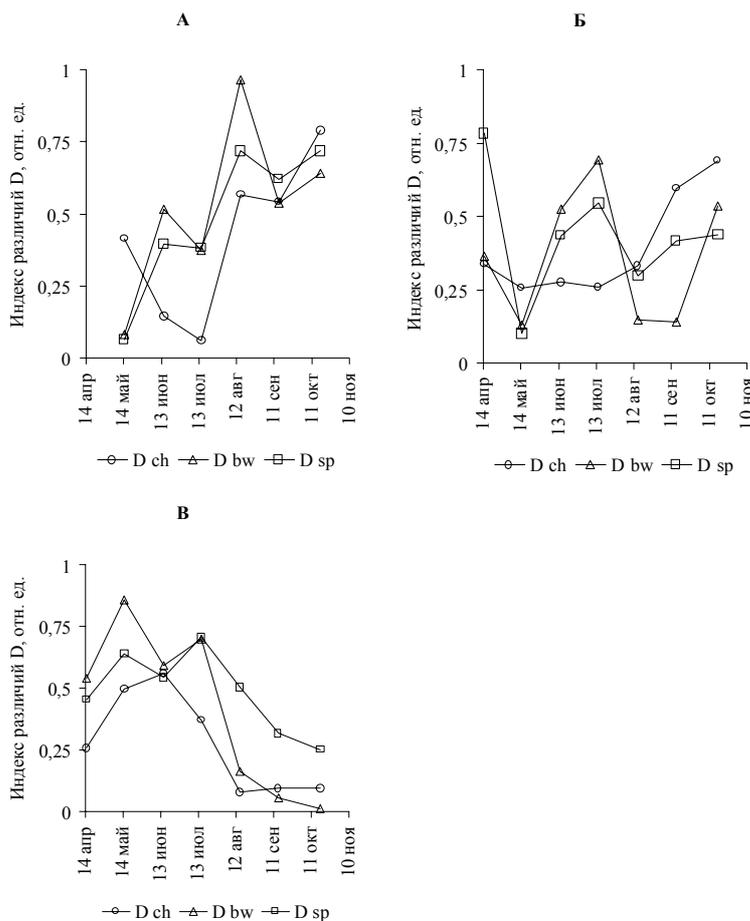


**Рис. 1. Сравнение результатов определения концентрации хлорофилла «а» в пробах фитоперифитона, полученных спектрофотометрическим (сф) и флуоресцентным (фл) методами**

Проведен количественный анализ временных и пространственных различий таксономической структуры на основе предложенного индекса ( $D$ , эвклидово расстояние), величина которого может варьировать от 0 до 1. При вычислении индекса использовали долевой вклад зеленых и диатомовых водорослей и цианобактерий в концентрацию хлорофилла «а» ( $D_{ch}$ ) - в сырую биомассу ( $D_{bw}$ ), и долевой вклад каждого вида в сырую биомассу ( $D_{sp}$ ). Сезонная динамика индексов различий для смежных станций показана на рис. 2. Различия структуры фитоперифитона на станциях № 1 и № 2 были значительны ( $D > 0,5$ ) в августе – октябре (по всем индексам) и в июне (по  $D_{bw}$ ). Различия между станциями № 2 и № 3 были значительны в сентябре – октябре (по  $D_{ch}$ ), июне - июле (по  $D_{bw}$ ), в апреле и в июле (по  $D_{sp}$ ). Между станциями № 3 и № 4 – в мае – июне (по  $D_{ch}$ ), с апреля по июль (по  $D_{bw}$ ), с июня по август (по  $D_{sp}$ ). Причины неоднозначной оценки различий таксономической структуры фитоперифитона по индексам  $D_{bw}$  и  $D_{sp}$  могли заключаться в изменении видового состава, особенно в комплексе видов диатомовых водорослей, по индексам  $D_{ch}$  и  $D_{bw}$  – в ошибках микрокопирования проб фитоперифитона с большим количеством нитчатых форм, в вариабельности соотношения хлорофилл «а» и биомассы, в изменении соотношения хлорофилла «а» и вспомогательными пигментами при смене доминирующих видов в составе комплексов зеленых, диатомовых водорослей и цианобактерий, либо в изменении фотосинтетических пигментов в ходе сезонных адаптаций, а также в изменении физиологической активности клеток.

Пространственно-временная картина концентрации хлорофилла «а» (маркера биомассы) показана на рис. 3. В большинстве случаев (>70 %) концентрация хлорофилла «а» зеленых водорослей была ниже  $100 \text{ мг/м}^2$  (среднее значение  $49 \pm 7 \text{ мг/м}^2$ ). В пике развития зеленых водорослей концентрация хлорофилла «а» превышала  $200 \text{ мг/м}^2$  (станция № 1 в августе, станция № 4 в апреле и сентябре), а на станции № 3 в апреле -  $300 \text{ мг/м}^2$ . Концентрация хлорофилла «а» цианобактерий обычно составляла  $4 \pm 1 \text{ мг/м}^2$  и лишь при доминировании цианобактерий в составе фитоперифитона на станции № 2 в августе-сентябре превысила  $100 \text{ мг/м}^2$ , а в октябре -  $300 \text{ мг/м}^2$ . Для диатомовых водорослей в 70 % случаев концентрация хлорофилла «а» составляла  $31 \pm 5 \text{ мг/м}^2$ . В период интенсивного развития она достигала  $400 \text{ мг/м}^2$  (станции № 3 и № 4 в июне),  $500 \text{ мг/м}^2$  и  $600 \text{ мг/м}^2$  (станция № 4 в апреле и октябре соответственно). Таким образом, за исключением станции № 2, продукцию хлорофилла «а» (биомассы) в составе фитоперифитона обеспечивали диатомовые и зеленые водоросли. Комплекс диатомовых и зеленых водорослей показал максимальную для исследованного периода концентрацию хлорофилла «а» ( $755 \text{ мг/м}^2$ , станция № 3, апрель).

Пространственно-временная картина сырой биомассы показана на рис. 3 и имела следующие характеристики. В 73 % проб биомасса зеленых водорослей колебалась от 0 до  $100 \text{ г/м}^2$  (среднее значение  $14 \pm 6 \text{ г/м}^2$ ). Величины от 100 до  $200 \text{ г/м}^2$  наблюдали на станции № 1 в сентябре и станции № 2 в апреле; от 200 до  $300 \text{ г/м}^2$  – на станции № 1 в августе и на станции № 3 в мае, июне; от 300 до  $400 \text{ г/м}^2$  на станции № 1 в мае; от 700 – до  $800 \text{ г/м}^2$  на станции № 2 в апреле. Наибольшая биомасса зеленых водорослей была зарегистрирована на станции № 2 в мае ( $1088 \text{ г/м}^2$ ). Биомасса цианобактерий в 85 % проб не превышала  $0,5 \text{ г/м}^2$  (среднее значение  $0,08 \pm 0,04$ ), а в 96 % проб не превысила  $1,5 \text{ г/м}^2$  (среднее  $0,15 \pm 0,06$ ) и составила на станции № 1 в мае  $1,3 \text{ г/м}^2$ . Наибольшая биомасса цианобактерий была на станции № 2 в октябре ( $3,8 \text{ г/м}^2$ ). Биомасса диатомовых водорослей в 65 % проб находилась в интервале от 2,7 до  $50 \text{ г/м}^2$  (среднее -  $21 \pm 5$ ), в 27 % случаев – в интервале от 50 до  $100 \text{ г/м}^2$  (среднее  $64 \pm 5$ ) на станции № 1 – сентябрь, станции № 2 – апрель, станции № 3 – апрель, июнь, станции № 4 – апрель, август, сентябрь. Высокая биомасса диатомовых была зарегистрирована на станции № 1 в июне ( $184 \text{ г/м}^2$ ), наибольшая биомасса ( $230 \text{ г/м}^2$ ) – на станции № 4 в июне.

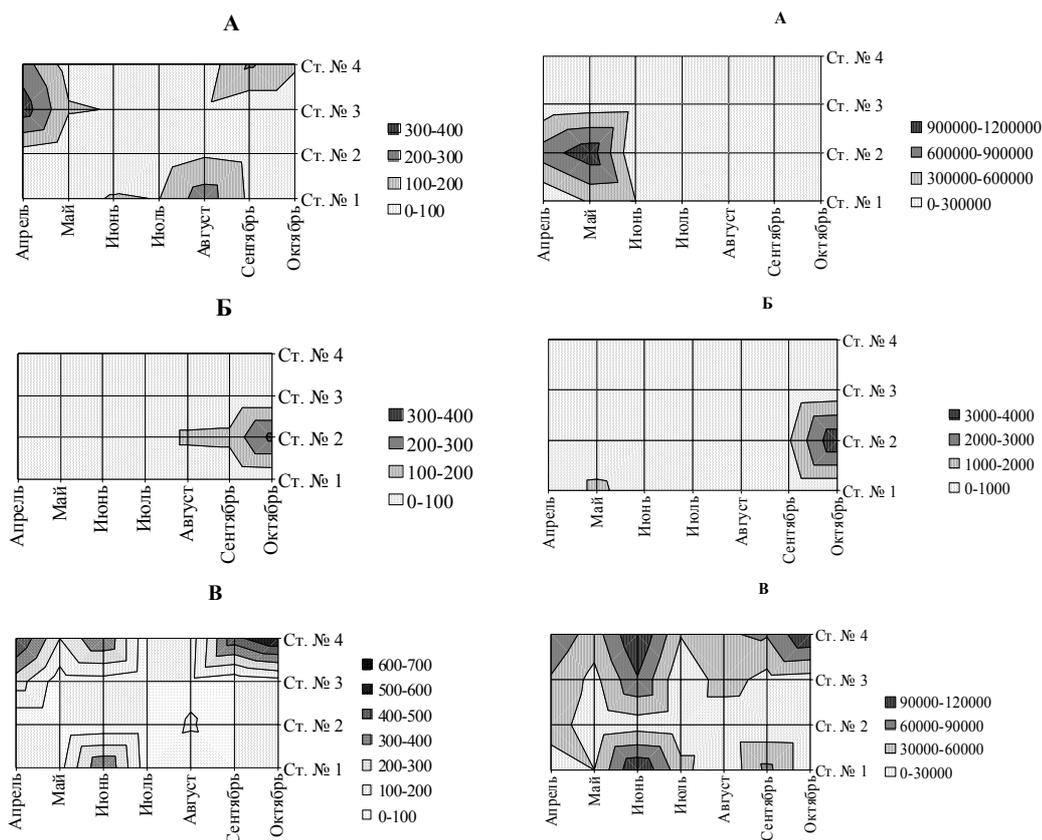


**Рис. 2. Сезонные различия таксономической структуры фитоперифитона на смежных станциях участка р. Енисей (2005 г.): А – между станциями № 1 и № 2; Б – между станциями № 2 и № 3; В – между станциями № 3 и № 4**

Валовая первичная продукция фитоперифитона, полученная расчетным флуоресцентным методом, определяется, прежде всего, коэффициентом фотосинтетической активности (КФА), величину которого устанавливали по действию на интенсивность флуоресценции ингибитора фотосинтеза – диурона. В апреле отличные от нуля значения КФА, свидетельствующие о потенциальной фотосинтетической активности, были у проб фитоперифитона на станциях № 3 и № 4, в мае – только на станции № 4, в июне – на станции № 4, июле – на всех станциях, в августе – октябре – на станциях № 1, № 3 и № 4. Средние значения КФА в апреле – июне составляли 0,23-0,24; в июле и августе – 0,1; в сентябре и октябре – 0,32-0,31.

Медиана для величин валовой первичной продукции (ВПП) составила 3,1 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> час при заданном уровне поверхностной облученности 100 Вт/м<sup>2</sup>. На станции № 1 средние значения ВПП составили 4,2±1,2 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> (максимум 6,6 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> – сентябрь, минимум 1,5 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> – август); на станции № 2 – 1,3 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>; на станции № 3 – 3,5±1,0 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> (максимум 8,2 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> – апрель, минимум 1,6 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> – октябрь); на станции № 4 – 10,2±4,3 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> (максимум 29,6 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> – октябрь, минимум 0,3 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> – июль и август). Абсолютный максимум первичной продукции 29,6 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> получен при доминировании диатомовых водорослей.

Гидрофизические и гидрохимические показатели воды в пунктах отбора проб приведены в табл. 1. Их влияние на концентрацию хлорофилла «а» и биомассу фитоперифитона проанализировали в рамках корреляционного анализа. По всему массиву данных достоверная отрицательная корреляция (r = - 0,39) была установлена только между биомассой диатомовых водорослей и показателем рН. В частных случаях достоверными (r > 0,71) были положительная корреляция между концентрацией растворенного кислорода и концентрацией хлорофилла «а» и биомассой диатомовых водорослей на станции № 1, отрицательная корреляция между температурой воды, биомассой и хлорофиллом «а» цианобактерий на станции № 1, температурой и концентрацией хлорофилла «а» у зеленых водорослей, у цианобактерий на станции № 2, отрицательная корреляция между скоростью течения, концентрацией хлорофилла «а» цианобактерий и диатомовых водорослей на станции № 3 и общей концентрацией хлорофилла «а» на станции № 4.



**Рис. 3. Пространственно-временная картина распределения фитоперифитона в пунктах отбора проб (р. Енисей 2005 г.) слева согласно концентрации хлорофилла «а», справа – сырой биомассы. А – зеленые водоросли; Б – цианобактерии; В – диатомовые водоросли. Пределы изменения концентрации хлорофилла «а» (мг/м<sup>2</sup> поверхности субстрата) и биомассы (мг/м<sup>2</sup> поверхности субстрата) даны справа от рисунков**

Таблица 1

**Гидрофизические и гидрохимические показатели воды в пунктах отбора проб фитоперифитона р. Енисей в 2005 г.**

| Показатель               | Станция | Месяц  |       |       |      |        |          |         |  |
|--------------------------|---------|--------|-------|-------|------|--------|----------|---------|--|
|                          |         | Апрель | Май   | Июнь  | Июль | Август | Сентябрь | Октябрь |  |
| Температура, С           | 1       | 1,4    | 1     | 13    | 10   | 9,8    | 9,2      | 10,5    |  |
|                          | 2       | 3,6    | 4     | 13,4  | 14,4 | 13,4   | 12       | 2,8     |  |
|                          | 3       | 1      | 3,5   | 8,8   | 11,2 | 10     | 14       | 7,2     |  |
|                          | 4       | 1,8    | 3,2   | 6,4   | 9,1  | 7,6    | 15       | 5,1     |  |
| Скорость течения, м/с    | 1       | 1,1    | 1,3   | 1,3   | 1,3  | 1,3    | 1,4      | 1,3     |  |
|                          | 2       | 0,8    | 0,9   | 0,9   | 0,9  | 0,9    | 0,9      | 0,8     |  |
|                          | 3       | 0,8    | 0,9   | 0,9   | 0,9  | 0,9    | 0,9      | 0,8     |  |
|                          | 4       | 0,8    | 0,9   | 0,9   | 0,9  | 0,9    | 0,9      | 0,8     |  |
| Взвешенные вещества, г/л | 1       | 0      | 0     | 3     | 3,4  | 0      | 0        | 0       |  |
|                          | 2       | 2,1    | 0     | 13,6  | 5,4  | 6,8    | 6,5      | 0       |  |
|                          | 3       | 2,7    | 0     | 6,7   | 6,3  | 16,3   | 0        | 6,8     |  |
|                          | 4       | 2,4    | 0     | 3,1   | 0    | 3,8    | 5,3      | 5,3     |  |
| рН                       | 1       | 7,7    | 7,6   | 7,6   | 8,0  | 7,7    | 7,8      | 7,9     |  |
|                          | 2       | 7,9    | 7,6   | 7,9   | 8,1  | 7,9    | 8,0      | 8,0     |  |
|                          | 3       | 7,8    | 8,0   | 7,4   | 8,0  | 7,7    | 8,3      | 8,0     |  |
|                          | 4       | 7,4    | 7,5   | 7,5   | 8,0  | 7,8    | 7,9      | 8,1     |  |
| Кислород, % от насыщения | 1       | 87,2   | 91,3  | 113,4 | 75,9 | 86,7   | 100,1    | 96,1    |  |
|                          | 2       | 96,7   | 89,1  | 105,2 | 94,6 | 93,7   | 97,1     | 82,2    |  |
|                          | 3       | 81,0   | 83,0  | 103,5 | 87,9 | 84,1   | 112,1    | 86,4    |  |
|                          | 4       | 92,9   | 101,1 | 97,8  | 83,2 | 107,7  | 100,9    | 88,7    |  |

В ходе проведенного анализа подтверждена адекватность определения концентрации хлорофилла «а» флуоресцентным методом. На основе анализа структурообразующих видов установлено, что характер пространственной изменчивости фитоперифитона на изученном участке реки Енисей определяли различия сукцессии на станциях № 1 и № 2.

Примененный индекс (евклидово расстояние) количественной оценки различий таксономической структуры фитоперифитона оказался весьма полезным при сравнении сезонной динамики развития водорослей и цианобактерий на смежных станциях и выявлении периодов минимального и максимального сходства. Полученные пространственно–временные картины концентрации хлорофилла «а» и биомассы совпадали лишь частично, что указывает как на методические трудности определения биомассы фитоперифитона, так и на непостоянство отношения хлорофилл/биомасса. Абсолютный максимум первичной продукции 29,6 г O<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> получен при доминировании диатомовых водорослей.

Обращает на себя внимание отсутствие четко выраженного влияния факторов среды на развитие фитоперифитона. Достоверная отрицательная корреляция отмечена только между биомассой диатомовых водорослей и показателем рН. В частных случаях достоверными были положительная корреляция между концентрацией растворенного кислорода и концентрацией хлорофилла «а» и биомассой диатомовых водорослей, отрицательная корреляция между температурой воды и биомассой и хлорофиллом «а» цианобактерий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ануфриева Т.Н. Фитоперифитон реки Енисей в условиях комплексного антропогенного воздействия / Т.Н. Ануфриева, Т.Б. Горбанева, Н.А. Гаевский, Н.Е. Коваленко // Вестник КрасГУ. – 2003. - № 5. – С.115 – 127
2. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. -Л.: Гидрометеиздат, 1983.
3. Шлык А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев / А.А. Шлык // Биохимические методы в физиологии растений. - М.: Наука, 1971.- С.154-170.
4. Экспрессное флуориметрическое определение концентрации хлорофилла «а» и фотосинтетической активности фитопланктона // Методические рекомендации по дистанционным методам контроля качества поверхностных вод суши. -Л.: Гидрометеиздат, 1989. - Вып. 3.- 48 с.
5. Гаевский Н.А. Визуализация алгоритма флуоресцентной оценки таксономической структуры альгоценоза / Н.А. Гаевский, Т.Б. Горбанева, В.И. Колмаков // Вестник Красноярского государственного университета. - 2003. - №5. – С. 127 – 134.
6. Гаевский Н.А. Оценка влияния светового фактора при флуоресцентном определении интенсивности фотосинтеза у планктонных микроводорослей / Н.А. Гаевский, В.И. Колмаков, В.А. Попельницкий и др. // Физиология растений. – 2000. - Т.47.- №6.- С.930-935.
7. Johansson O.E. Estimation of association index and formulation of a composite seasonal dissimilarity index / O.E. Johansson, C.K. Minns // Hydrobiology/ - 1987.- V.150.- N.2. – P.109-121.

#### ALTERATIONS OF STRUCTURAL AND FUNCTIONAL PARAMETERS OF PHYTOPERIPHYTON IN YENISEY RIVER WITH THE VARIOUS CONDITION OF THE ANTHROPOGENOUS AND ECOLOGICAL PRESSURE

**N.A. Gaevsky, T.N. Anufrieva,  
E.A. Ivanova, T.B. Gorbaneva**

*Phytoperiphyton were collected at four locations along the longitudinal gradient of Yenisey river below the Krasnoyarsk hydroelectric power station above Sosnovoborsk town. Seasonal sampling was carried out at each month from April till October 2005. Seasonal and spatial changes of the phytoperiphyton community composition are determined on the basis of cell number and cell biomass, and also of chlorophyll «a» concentration at green, diatom algae and cyanobacteria. The structure of community included four departments: Bacillariophyta – 33 spp., Chlorophyta – 6 spp, Cyanophyta – 4 spp, Euglenophyta – 1 species. The periods of the maximal and minimal similarity of community at the studied stations are certain. Are constructed spatially - time plots of concentration of a chlorophyll «a» and biomass. The gross primary production of phytoperiphyton was estimated.*