



УДК 57.2(574.52)(574.583)

## Влияние ветров на обилие планктона в период прямой термической стратификации 2009 г. в Южном Байкале (р-н пос. Большие Коты)

Е. В. Пислегина<sup>1</sup>, К. С. Щапов<sup>2</sup>, Л. Р. Измествева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт биологии при Иркутском государственном университете, Иркутск

<sup>2</sup>Иркутский государственный университет, Иркутск

E-mail: [Helga\\_64@mail.ru](mailto:Helga_64@mail.ru)

**Аннотация.** Установлено, что ветры различного направления играют не последнюю роль в динамике абиотических показателей и распределении планктона в глубоководной части Южного Байкала. При ветре с западного берега наблюдается повышение прозрачности и понижение температуры воды, обеднение планктона. При ветре восточного, северо-восточного и южного направлений происходит увеличение температуры воды и обилия планктона, а также понижение прозрачности.

**Ключевые слова:** ветровое воздействие, пелагиаль, фитопланктон, зоопланктон, температура, прозрачность.

### Введение

Благодаря постоянству направлений ветров (с преобладанием северо-восточных), а также уровней вод в районах устьев крупных притоков и в самом озере Байкал создаются горизонтальные течения, имеющие более или менее постоянный характер. Из постоянных течений известны Селенгинское, Ангаро-Кичерское, Баргузинское. Хорошо изучено Селенгинское, которое особенно близко подходит к западным берегам (в период преобладания северо-восточных ветров) [6].

На Южном Байкале регистрируется несколько типов ветров. Это два ориентированных по продольной оси озёрной котловины ветра: северо-восточного (местное название «верховик») и юго-западного («култук») направления, а также ветры, дующие с одного берега озера на другой: северо-западного («горная») и юго-восточного направлений («шелоник») [2].

Из литературных источников известно, что ветры северо-восточного сектора, будучи весьма сильными и продолжительными, преобладают в районе исследования над всеми прочими и вызывают заметные течения поверхностных вод [2]. Северо-западные ветры оказывают мощное влияние на горизонтальную и вертикальную циркуляцию вод озера. Они гонят верхние слои воды от западных берегов к восточным, а взамен их возникают компенсационные течения в глубинах озера (сгонно-нагонные явления).

По предположению авторов, господство ветров северо-восточного, юго-западного, юго-восточного и южного направлений в исследуемом районе должно приводить к возрастанию температуры воды и обилия планктона, а так же снижению прозрачности. При поперечном же ветре с западного берега температура воды и количество планктона, напротив, должны снижаться, и повышаться прозрачность.

Цель настоящей работы – провести анализ воздействия гидрометеорологических факторов на обилие фито- и зоопланктона в районе исследования в период прямой термической стратификации (июнь – ноябрь) 2009 г.

### Материалы и методы

Материалом для анализа в настоящей работе послужили данные о скорости и направлении ветра, температуре и прозрачности воды, концентрации хлорофилла *a* и численности зоопланктона в период прямой термической стратификации вод озера в 2009 г. Именно в этот период происходит прогревание верхнего 50-метрового слоя воды, где концентрируется основная масса фито- и зоопланктона.

Показания скорости и направления ветра получены нами из широкого набора метеорологических данных, которые фиксирует автоматическая погодная станция Vantage Pro 2, установленная на западном берегу Южного Байкала на биостанции НИИ биологии (пос. Бол. Коты) в июне 2009 г.

Отбор проб проводили на постоянной станции (точка № 1), которая находится на расстоянии 2,7 км от берега (N – 51°52'48'', E – 105°05'02'') над глубиной 800 м против биостанции НИИ биологии при ИГУ (пос. Бол. Коты).

Пробы воды для определения концентрации хлорофилла *a* отбирали семилитровым батометром от поверхности до глубины 250 м. Одновременно производились замеры температуры воды встроенным в батометр ртутным термометром и прозрачности с использованием диска Секки.

Отбор проб зоопланктона проводился планктонной сетью Джели с диаметром входного отверстия 37,5 см и фильтрующим конусом из мельничного газа № 55 (100 мкм). Пробы отбирались послойно до глубины 250 м.

Концентрацию хлорофилла *a*, определение которого признано большинством исследователей как быстрый и доступный способ количественного определения биомассы фитопланктона, устанавливали стандартным спектрофотометрическим методом после фильтрования через нуклеопоровые фильтры с диаметром пор 0,7 мкм [9].

Пробы зоопланктона после фиксирования и отстаивания концентрировали, осадок исследовали в счётной камере при помощи светового микроскопа [5]. Для определения видовой принадлежности зоопланктона применялись справочники-определители [1].

В работе использованы данные по температуре воды и концентрации хлорофилла *a*, измеренные и рассчитанные для поверхностного горизонта (горизонта 0 м), а также значения температуры воды, концентрации хлорофилла *a* и численности зоопланктона в слое 0–10 м, рассчитанные как взвешенная арифметическая средняя [3].

Анализ данных проведён при помощи Excel из пакета программ MS Office. Анализируются данные за те календарные даты, по которым имелся полный набор обеих групп показателей (метеорологических и гидролого-гидробиологических).

### Результаты и обсуждение

Согласно данным наблюдений в 2009 г. период прямой термической стратификации в районе исследования продолжался с 27 июня по 12 ноября (табл. 1).

Таблица 1

Показатели скорости и направления ветра и данные отбора проб у западного побережья Южного Байкала (р-н пос. Бол. Коты) в поверхностном горизонте в период прямой термической стратификации 2009 г.

Дата	Направление ветра *	Средняя скорость ветра *, м/с	Температура воды, °С	Прозрачность, м	Концентрация хлорофилла <i>a</i> $C_{хл}$ , мг/м <sup>3</sup>
27 июня	северо-восточный	0,5	4,0	25,0	0,24
06 июля	северо-западный	0,7	5,6	20,0	0,18
17 июля	северо-восточный	0,9	8,0	10,0	0,62
24 июля	южный	0,4	14,9	5,5	1,14
30 июля	северо-восточный	1,3	14,8	7,0	1,24
07 августа	южный	0,6	18,2	9,0	1,31
14 августа	северо-западный	1,2	14,6	9,0	1,20
21 августа	северо-восточный	1,1	16,0	10,0	0,76
27 августа	северо-восточный	1,4	10,8	8,0	1,40
05 сентября	северо-западный	2,6	12,0	8,5	1,80
28 сентября	северо-западный	3,9	9,0	11,0	0,99
08 октября	северо-западный	1,2	8,4	8,5	1,48
16 октября	северо-восточный	1,6	8,0	11,0	1,14
12 ноября	северо-западный	4,0	4,5	16,0	0,44
Среднее		1,52±0,31	10,6±1,2	11,3±1,4	1,00±0,13

Примечание: \* – использованы данные за сутки до отбора проб

Существующий набор данных мы попытались соотнести с показателями направления ветра, так как, по нашему предположению, ветер каждого направления должен оказывать различное влияние на гидрологический режим пелагиали и показатели обилия в ней планктона.

Из имеющихся четырнадцати дат ветер продольного северо-восточного направления (верховик) регистрировался в шести из них (43%), поперечного направления с западного берега (горная) – 6 дат (43%), с восточного берега (шелоник) – 2 даты (14%).

В соответствии с этим соотношением были выяснены зависимости концентрации хлорофилла *a* в поверхностном горизонте пелагиали от скорости и направления ветра.

Как видно из рис. 1, выраженная положительная зависимость концентрации хлорофилла «а» в поверхностном горизонте наблюдается при ветре продольного северо-восточного направления, при господстве которого в районе исследования наблюдается некоторый рост обилия планктона, увеличение температуры воды и понижение прозрачности. Как отмечалось ранее, при господстве этого ветра Селенгинское течение особенно близко подходит к западному берегу [6]. Нашими данными был фактически подтверждён тезис о том, что Селенгинское течение может достигать района пади Бол. Коты, изменяя не только количество планктона, но температуру и прозрачность воды.

В то же время при господстве поперечного ветра северо-западного направления происходит сгон воды к восточному берегу, что приводит к понижению температуры воды и уменьшению обилия планктона. Об этом свидетельствует обратная линия тренда (см. рис. 1).

Напротив, ветер с восточного берега, который также относится к поперечному типу (в

районе исследования это ветра южного и юго-восточного направления), приносит более теплую и богатую фито- и зоопланктоном воду. Подводный склон восточного берега Байкала более пологий, чем западный. Соответственно, прогревание водной массы и, как следствие, развитие планктона у восточного берега идёт быстрее. По нашим данным, за период с 17.07 по 24.07.2009 г. в поверхности увеличиваются температура (на 7 °С), концентрация хлорофилла *a* (примерно в два раза) и падает прозрачность (на 4,5 м) (см. табл. 1). Согласно показаниям погодной станции, в это время господствовал поперечный (южный) ветер с восточного берега. При построении графических зависимостей данные за эти две календарные даты не рассматривались ввиду их недостаточности (14%).

В то же время, имея набор данных по обилию не только фитопланктона, но и зоопланктона, мы решили проверить влияние ветрового воздействия на количественные показатели обеих групп, а также на температуру воды в слое 0–10 м.

Как видно из данных табл. 2, за недельный период с 17.07 по 24.07.2009 г. в слое 0–10 м произошло не только увеличение концентрации хлорофилла *a* (в 2,5 раза) и температуры (на 4,2 °С), но и численности зоопланктона (в 23 раза). Это вновь доказывает влияние поперечного ветра с восточного побережья на формирование количественных характеристик фито- и зоопланктона в районе исследования.

Теснота связи между обилием фито- и зоопланктона в слое 0–10 м и скоростью ветра в зависимости от его направления представлена ниже (рис. 2).

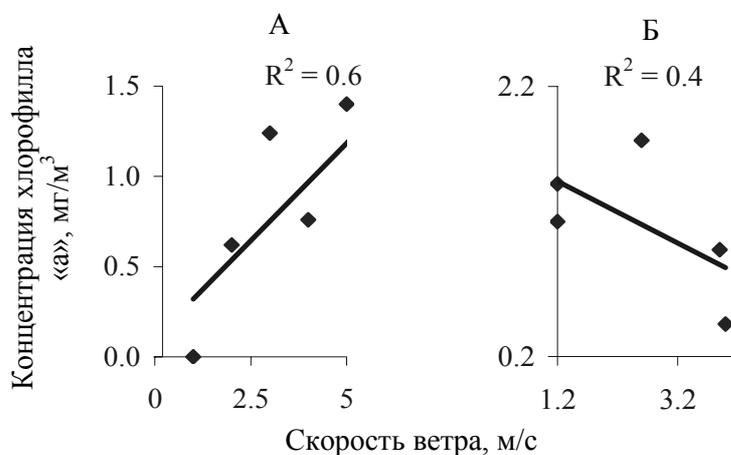


Рис. 1. Зависимость концентрации хлорофилла *a* в поверхностном горизонте Южного Байкала от скорости ветра различных направлений: А – продольного (северо-восточного), Б – поперечного с западного берега

Таблица 2

Показатели направления ветра и данные отбора проб у западного побережья Южного Байкала (р-н пос. Бол. Коты) в слое 0–10 м в период прямой термической стратификации 2009 г.

Дата	Направление ветра*	Температура, °С	$C_{\text{хл}}$ , мг/м <sup>3</sup>	Численность зоопланктона, тыс. экз./м <sup>2</sup>
27 июня	северо-восточный	4,0	0,23	12,26
06 июля	северо-западный	5,2	0,25	333,45
17 июля	северо-восточный	7,9	0,79	92,25
24 июля	южный	12,1	2,00	2146,50
30 июля	северо-восточный	14,8	1,24	35,10
07 августа	южный	18,0	1,17	153,90
14 августа	северо-западный	14,1	1,08	380,25
21 августа	северо-восточный	15,7	0,83	220,50
27 августа	северо-восточный	10,6	1,76	1344,60
05 сентября	северо-западный	12,0	1,31	720,56
28 сентября	северо-западный	9,0	1,12	118,13
08 октября	северо-западный	8,4	1,18	124,03
16 октября	северо-восточный	8,0	0,98	92,93
12 ноября	северо-западный	6,2	0,40	9,27
Среднее		10,6±1,2	1,03±0,14	413,12±164,43

Примечание: \* – использованы данные за сутки до отбора проб

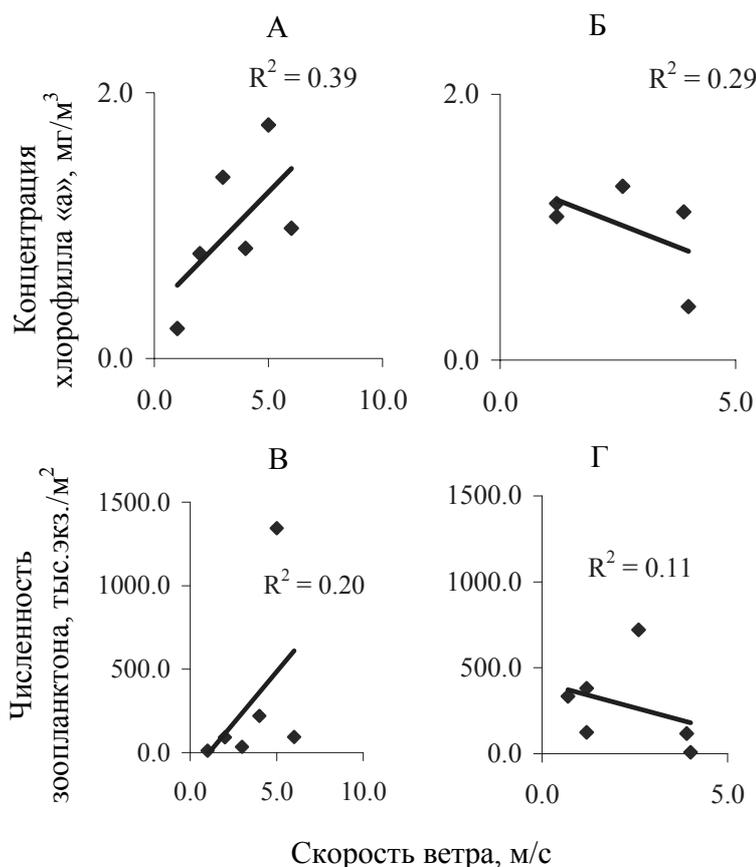


Рис. 2. Зависимость концентрации хлорофилла *a* и численности зоопланктона в слое 0–10 м в пелагиали Южного Байкала от скорости ветра различных направлений: А, В – продольного северо-восточного; Б, Г – поперечного с западного берега

Нам показалось интересным проследить также изменения взаимозависимостей показателей абиотических факторов на границе раздела водной и воздушной сред (рис. 3).

Как и следовало ожидать, положительная зависимость прозрачности и температуры воды установлена в случае господства ветра северо-восточного направления и отрицательная – при господстве ветра с западного берега. Это ещё раз подтверждает наши предположения о влиянии ветров различного направления не только на гидрологические характеристики вод пелагиали южной части Байкала, но и на показатели обилия планктонных организмов.

### Заключение

Установлено, что в период прямой термической стратификации 2009 г. в районе исследования господствовали ветры северо-восточного (продольного) и северо-западного (поперечно

го с западного берега) направлений. Ветер южного направления не был преобладающим, однако его влияние прослеживается как в изменении количественных показателей планктона, так и температуры и прозрачности воды.

Получило подтверждение наше предположение относительно влияния ветров различного направления на абиотические показатели водной среды и на обилие планктона. Ветер северо-восточного направления приносит в район исследований воды Селенгинского течения, изменяя, таким образом, не только количественные показатели планктона, но и температуру, и прозрачность воды. Ветра поперечного направления с западного и восточного берега активно участвуют в сгонно-нагонных явлениях и по-разному изменяют абиотические и биотические показатели в пелагиали. При ветре с западного берега наблюдается снижение обилия планктона, повышение прозрачности и понижение температуры воды. При ветре с восточного берега, напротив, происходит рост обилия планктона, повышение температуры воды и снижение прозрачности.

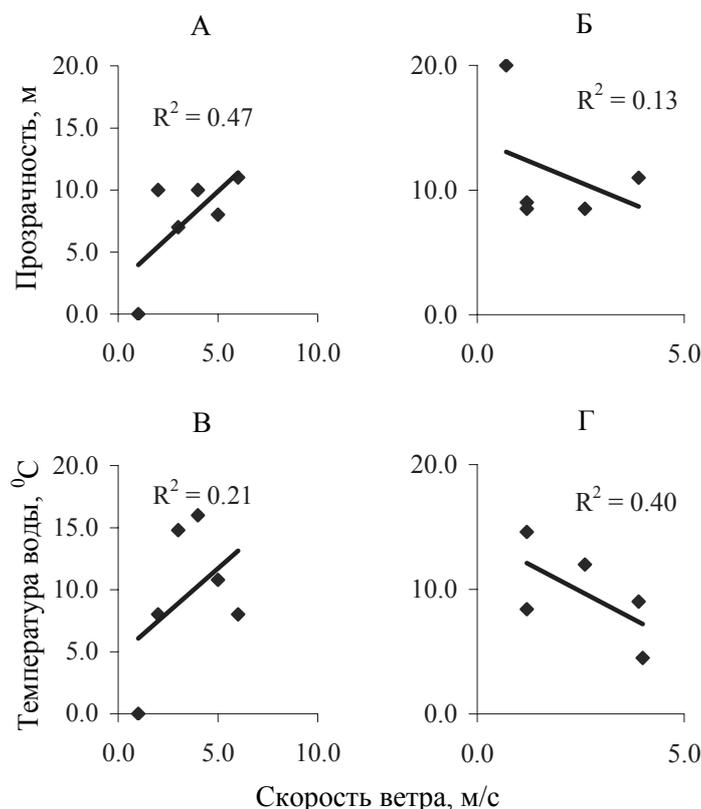


Рис. 3. Зависимости прозрачности и температуры воды в поверхности пелагиали Южного Байкала от скорости ветра при господстве ветров: А, В – продольного северо-восточного и Б, Г – поперечного с западного берега.

Таким образом, сезонная динамика планктона пелагиали Южного Байкала, определяемая в первую очередь температурным режимом [4; 7; 8], в значительной степени «корректируется» сменой направления и силой ветра.

#### Литература

1. Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии) (Справочники и определители по фауне и флоре озера Байкал) / отв. ред. О. А. Тимошкин. – Новосибирск : Наука, 1995. – 694 с.
2. Верболов В. И. Гидрометеорологический режим и тепловой баланс озера Байкал / В. И. Верболов, В. М. Сокольников, М. Н. Шимараев. – М. : Наука, 1965. – 371 с.
3. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс. – М. : Статистика, 1976. – 598 с.
4. Изместьева Л. Р. Температурный режим и развитие фитопланктона в пелагиали Байкала / Л. Р. Изместьева // Экосистемы и природные ресурсы горных стран : материалы Первого междунар. симп. «Байкал. Современное состояние поверхно-

стной и подземной гидросферы горных стран» (Иркутск, 27–28 окт. 2004 г.). – Новосибирск, 2004. – С. 82–87.

5. Инструкция по обработке проб планктона счётным методом / О. М. Кожова, Н. Г. Мельник ; отв. ред. Г. И. Помазкова. – Иркутск : Изд. Иркут. ун-та, 1978. – 50 с.

6. Кожов М. М. Очерки по байкаловедению / М. М. Кожов. – Иркутск : Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1972. – 254 с.

7. Пислегина Е. В. Зависимость пелагического зоопланктона от температуры воды в Южном Байкале / Е. В. Пислегина // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов : материалы науч. конф. 20–24 сентября 2005 г. – Иркутск, 2005. – С. 426–428.

8. Шимараев М. Н. Влияние температурных условий на межгодовые изменения летнего зоопланктона пелагиали / М. Н. Шимараев, Э. Л. Афанасьева // Биологическая продуктивность пелагиали Байкала и её изменчивость. – Новосибирск, 1977. – С. 61–76.

9. Report of SCOR–UNESCO working group 17. Determination of photosynthetic pigments. – Paris : UNESCO, 1964. – 12 p.

## Influence of wind carrying over on an abundance of a plankton in direct thermal stratification of 2009 in Southern Baikal (settlement the Bolshie Coty)

E. V. Pislegina<sup>1</sup>, K. S. Shchapov<sup>2</sup>, L. R. Izmestyeva<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Institute for Biology, Irkutsk State University, Irkutsk

<sup>2</sup> Irkutsk State University, Irkutsk

**Abstract.** It is established that the wind of a various direction plays not last role on an abundance of a plankton and other indicators in open part of Southern Baikal. At a wind from west cost there is a plankton pauperization, increase of a transparency and water temperature fall. At a wind of east, northeast and southern directions, there is an increase in a plankton, water temperature and transparency reduction.

**Keywords:** wind influence, Baikal, phytoplankton, zooplankton, water temperature and transparency.

*Пислегина Елена Васильевна  
Научно-исследовательский институт биологии при ИГУ*

*664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, а/я 24  
кандидат биологических наук, научный сотрудник  
тел: (3952) 24–30–77  
E-mail: Helga\_64@mail.ru*

*Щапов Кирилл Сергеевич  
Иркутский государственный университет,  
664003, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 126  
студент  
E-mail: kirill100889@mail.ru*

*Изместьева Любовь Равильевна  
Научно-исследовательский институт биологии при ИГУ  
664003, г. Иркутск, ул. Ленина, 3, а/я 24  
кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
тел: (3952) 24–30–77  
E-mail: root@bio.isu.runnet.ru*

*Pislegina Elena Vasilyevna  
Irkutsk State University  
Research Institute for Biology  
3 Lenin St., Irkutsk, 664003  
Ph. D. in Biology, research scientist  
phone: (3952) 24–30–77  
E-mail: Helga\_64@mail.ru*

*Shchapov Kiril Sergeevitch,  
Irkutsk State University  
126 Lermontov St., Irkutsk, 664003, Russia  
student  
E-mail: kirill100889@mail.ru*

*Izmestyeva Lybov Ravilievna  
Irkutsk State University  
Research Institute for Biology  
3 Lenin St., Irkutsk, 664003  
Ph.D. in Biology, senior research scientist  
phone: (3952) 24–30–77  
E-mail: root@bio.isu.runnet.ru*