



Д. Ю. Рогозин

**Меромиктические озера  
Северо-Минусинской  
КОТЛОВИНЫ:**

**закономерности стратификации  
и экология фототрофных  
серных бактерий**

Д. Ю. Рогозин

# **Меромиктические озера Северо-Минусинской КОТЛОВИНЫ:**

**закономерности стратификации  
и экология фототрофных серных  
бактерий**



Красноярск, 2019

**УДК 574.5 + 579.266.4**

Меромиктические озера Северо-Минусинской котловины: закономерности стратификации и экология фототрофных серных бактерий/ Д.Ю. Рогозин – Красноярск: Изд-во ИФ СО РАН

**ISBN 978\_5\_9500623\_5\_3**

Монография посвящена описанию и анализу многолетней динамики вертикальной структуры соленых стратифицированных озер Шира, Шунет (Республика Хакасия) и Учум (Красноярский край), расположенных на юге Сибири, в степной зоне Северо-Минусинской котловины. Многолетние ежесезонные наблюдения автора за динамикой ряда биологических и физико-химических характеристик в сочетании с математическим моделированием, анализом состава донных отложений, анализом метеорологических и гидрологических данных, позволили выявить причинно-следственные связи между устойчивостью стратификации, изменениями уровня воды, метеорологическими факторами, количеством сероводорода и биомассой фототрофных серных бактерий. Результаты палео-лимнологических исследований донных отложений показали, что подобные изменения происходили с озерами и в прошлом. Показана возможность реконструкции климата юга Сибири на основе реконструкции режима стратификации и динамики уровня исследуемых озер. Книга может быть интересна лимнологам, гидробиологам, водным микробиологам, экологам, палео-лимнологам и палео-климатологам, а также специалистам в области курортологии.

Исследования, на основе которых написана книга, были поддержаны грантами Российского Фонда Фундаментальных Исследований (РФФИ) №№ 99-05-64333, 02-05-64410, 13-05-00429, 05-04-48784, 09-04-01114, 11-05-00552, 14-04-01060, 16-05-00091, а также совместными грантами РФФИ и Красноярского краевого Фонда Науки №№ 03-05-96109-р, 05-04-97708-р, 07-04-96801-р, 13-05-98043-р.



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 18-14-00042, не подлежит продаже.

На обложке использована фотография Бархатова Ю.В.

## Содержание

<b>Аннотация</b> .....	3
<b>Abstract</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	7
<b>Глава 1. Краткий обзор: экология фототрофных серных бактерий и ее связь со стратификацией водоемов</b>	
1.1 Меромиктические водоемы: характеристика и причины возникновения .....	13
1.2 Экофизиология фототрофных серных бактерий в стратифицированных водоемах .....	17
1.3 Стратификация фототрофных серных бактерий в меромиктических озерах.....	21
1.4 Роль фототрофных серных бактерий в природных экосистемах.....	27
1.5 Молекулярные останки фототрофных серных бактерий как индикаторы для палео-реконструкций .....	29
Заключение к Главе 1 .....	33
<b>Глава 2.</b>	
<b>Закономерности стратификации озер Шира, Шунет и Учум</b>	
2.1 Общая характеристика меромиктических озер Северо-Минусинской котловины .....	35
2.2 Вертикальная структура водной толщи озера Шира и смена режима циркуляции .....	39
Заключение к пункту 2.2 .....	57
2.3 Особенности зимней стратификации озера Шира.....	59
2.4 Моделирование вертикальной структуры оз. Шира.....	65
2.5 Вертикальная структура водной толщи озера Шунет .....	75

2.6 Вертикальная структура водной толщи озера Учум.....	83
2.7 Лимнологическая история и причины меромиктического состояния озер Шира, Шунет и Учум.....	85
<b>Глава 3. Микростратификация фототрофных серных бактерий в озерах Шира и Шунет</b>	
3.1 Введение .....	99
3.2 Характеристика пурпурных серных бактерий, доминирующих в озерах Шира и Шунет.....	100
3.3 Многошприцевой пробоотборник с гидравлическим управлением: описание и принцип действия .....	104
3.4 Микростратификация фототрофных серных бактерий в озере Шунет .....	109
3.5 Микростратификация пурпурных серных бактерий в оз. Шира.....	125
3.6 Зеленые серные бактерии в озере Шира.....	129
3.7 Характеристика пурпурных серных бактерий в оз. Учум .....	130
Основные результаты и выводы Главы 3.....	131
Заключение к Главе 3.....	134
<b>Глава 4. Пространственная динамика фототрофных серных бактерий и ее связь с внешними условиями</b>	
4.1 Пространственная динамика численности пурпурных серных бактерий в оз. Шира .....	135
4.2 Динамика численностей фототрофных серных бактерий в оз. Шунет: натурные данные .....	149
4.3 Условия обитания фототрофных серных бактерий в озерах Шира и Шунет: сравнительный анализ .....	153
4.4 Оценка доли подледной продукции аноксигенного фотосинтеза в обоих озерах .....	159
4.5 Оценка скорости седиментации пурпурных серных бактерий.....	162
4.6 Плотностно-зависимый эффект самозатенения ПСБ в хемоклине оз. Шунет .....	163

4.7 Причины аномально высокой численности фототрофных серных бактерий в озере Шунет.....	165
4.8 Сезонная динамика пурпурных серных бактерий в оз. Учум .....	168
Заключение к Главе 4. ....	173
<b>Глава 5. Количественная характеристика микробных процессов круговорота серы и углерода в озерах Шира и Шунет</b>	
5.1 Введение .....	175
5.2 Скорости микробных процессов в озере Шира .....	177
5.3 Скорости микробных процессов в озере Шунет.....	186
Основные результаты и выводы Главы 5.....	190
Заключение к Главе 5.....	191
<b>Глава 6. Каротиноиды фототрофных серных бактерий как палео-индикатор стратификации озера Шира</b>	
6.1 Введение.....	193
6.2 Анализ донных отложений озера Шира .....	194
Основные результаты и выводы Главы 6 .....	216
Заключение к Главе 6 .....	217
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>218</b>
<b>Список литературы .....</b>	<b>220</b>