



VII конференция молодых ученых  
«ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: ИЗУЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ»  
(Всероссийская лимнологическая школа-практика)  
Петрозаводск, 4-8 сентября 2023

# Радиационная конвекция в покрытом льдом озере: энергетический бюджет и эффективность перемешивания

Новикова Ю. С., Богданов С. Р., Пальшин Н. И., Здоровеннов Р. Э.,  
Здоровеннова Г. Э., Ефремова Т. В.

ИВПС КарНЦ РАН

# Цель

Оценка эффективности перемешивания на основе интегральных значений базовой потенциальной энергии и потока плавучести

# Описание процесса



оз. Вендюрское (Карелия)

# Используемые данные и методы обработки

## Данные

### 1. Термокоса

- 43 датчика RBR (точность 0.002 °C)

- сдвиг по вертикали: 0.25 м

(0-10.5 м)

- дискретность: 10 сек

### 2 . Подледная радиация

- датчик ФАР «Alec Electronics»

- дискретность: 1 мин

## Методы обработки

1. расчет плотности воды по формуле Чена-Миллеро (без учета минерализации)

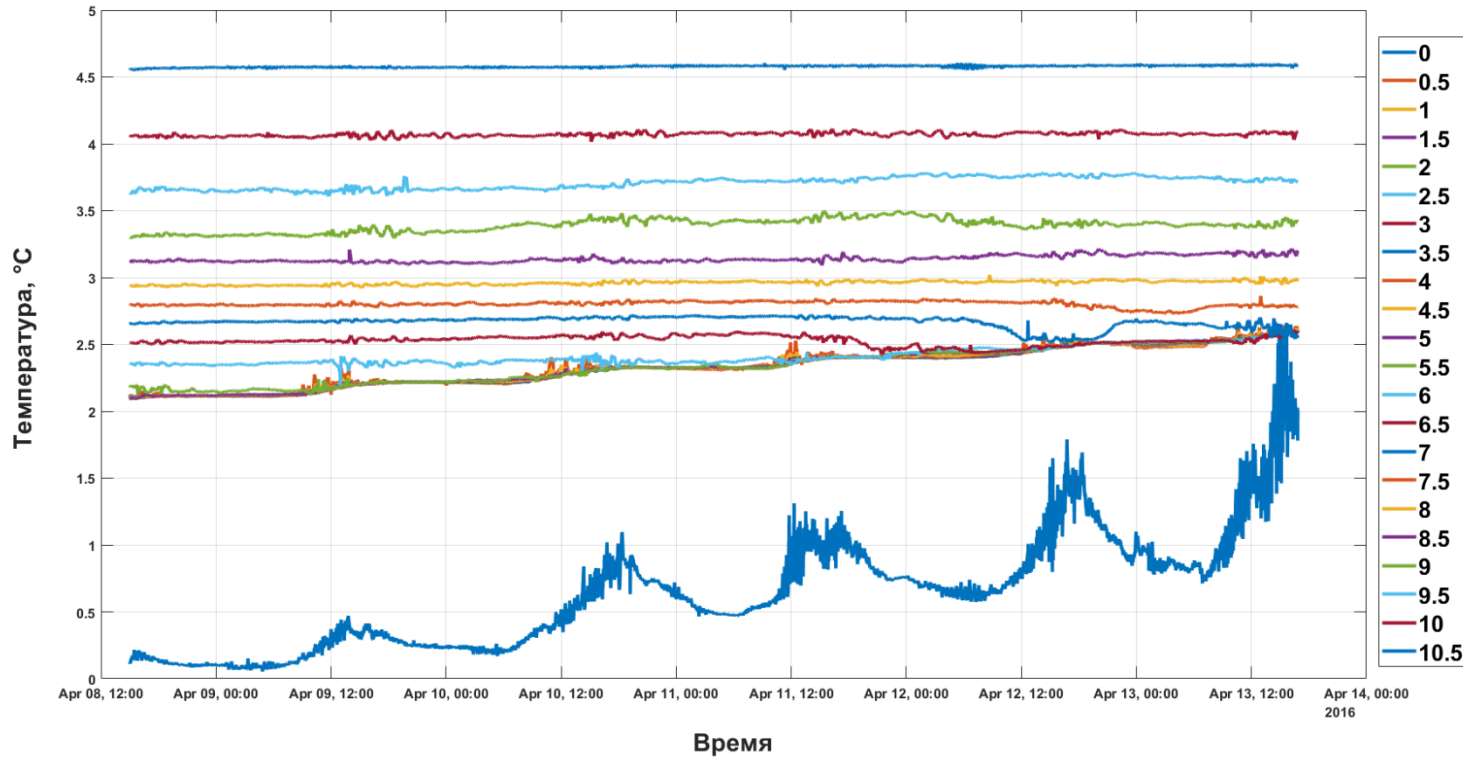
2. процедура пересортировки профилей плотности к равновесному состоянию

3. расчет базовой потенциальной энергии и потока плавучести на каждый момент времени

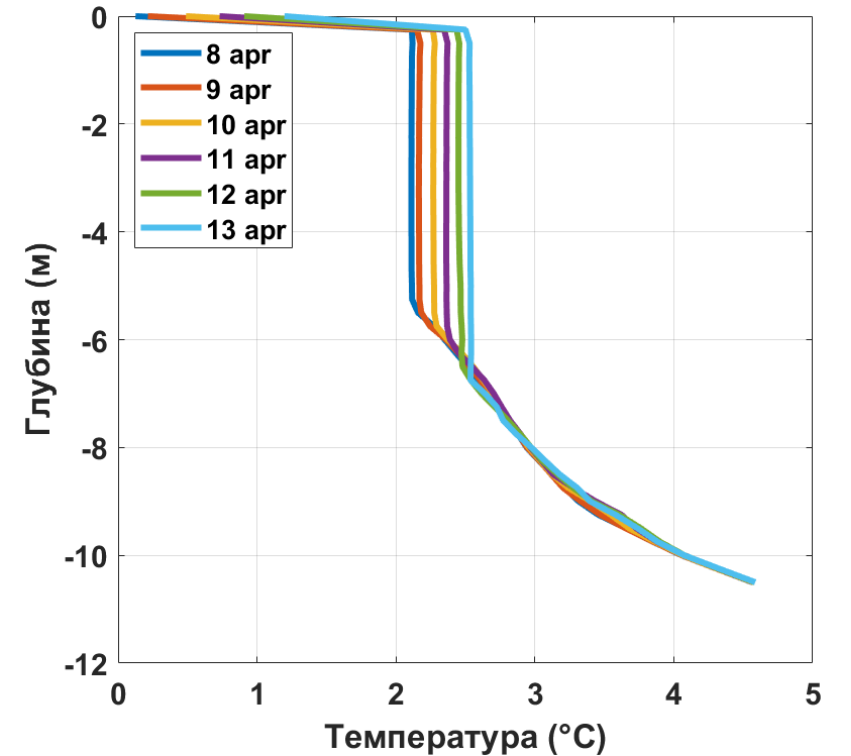
4. расчет эффективности перемешивания

# Изменение температуры воды во времени и по глубине

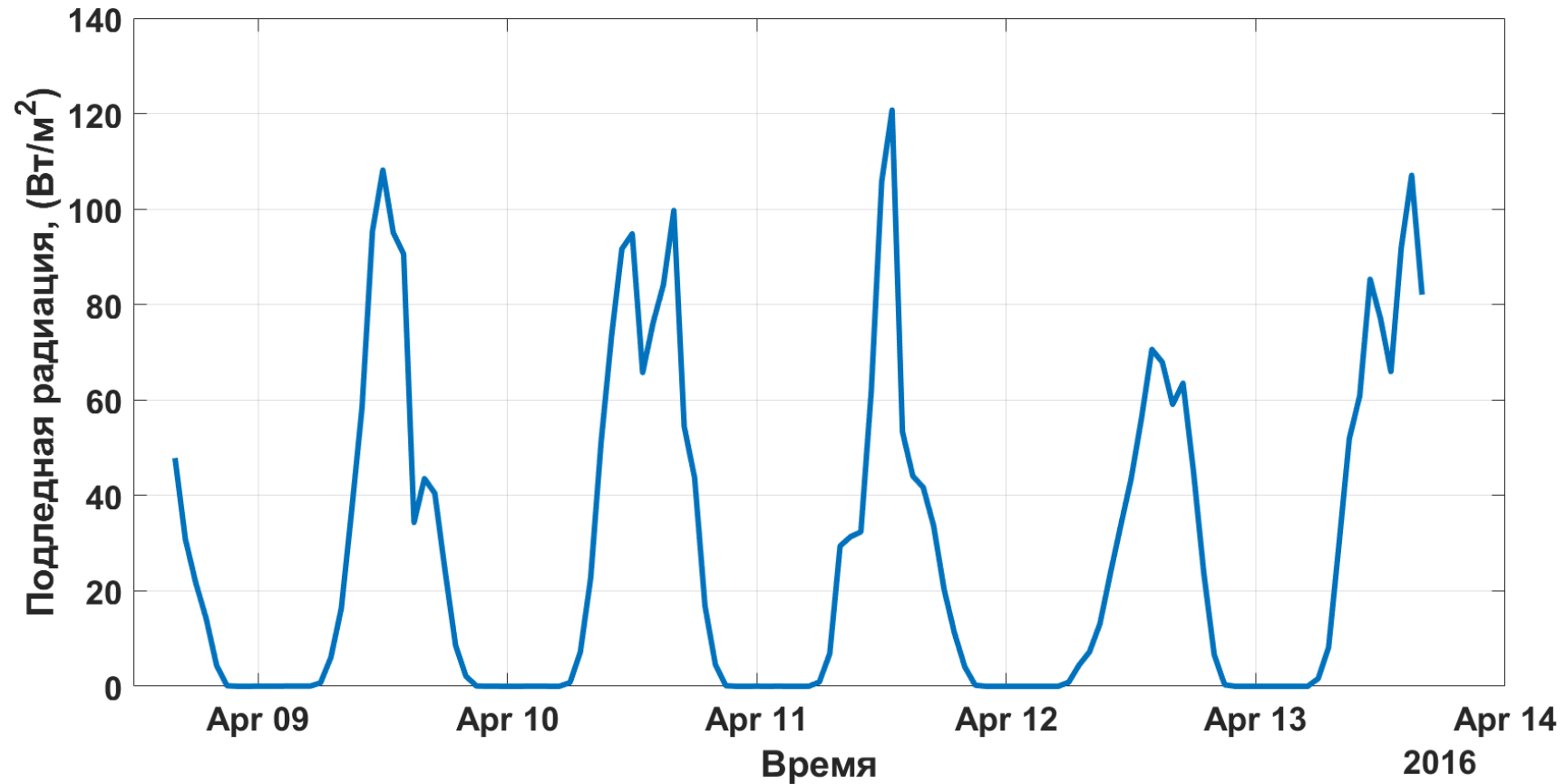
Изменение температуры воды с 8 по 13 апреля 2016г.  
на разных глубинах (шаг 0.5 м)



Эволюция усредненных по дням  
температурных профилей с 8 по  
13 апреля 2016г.

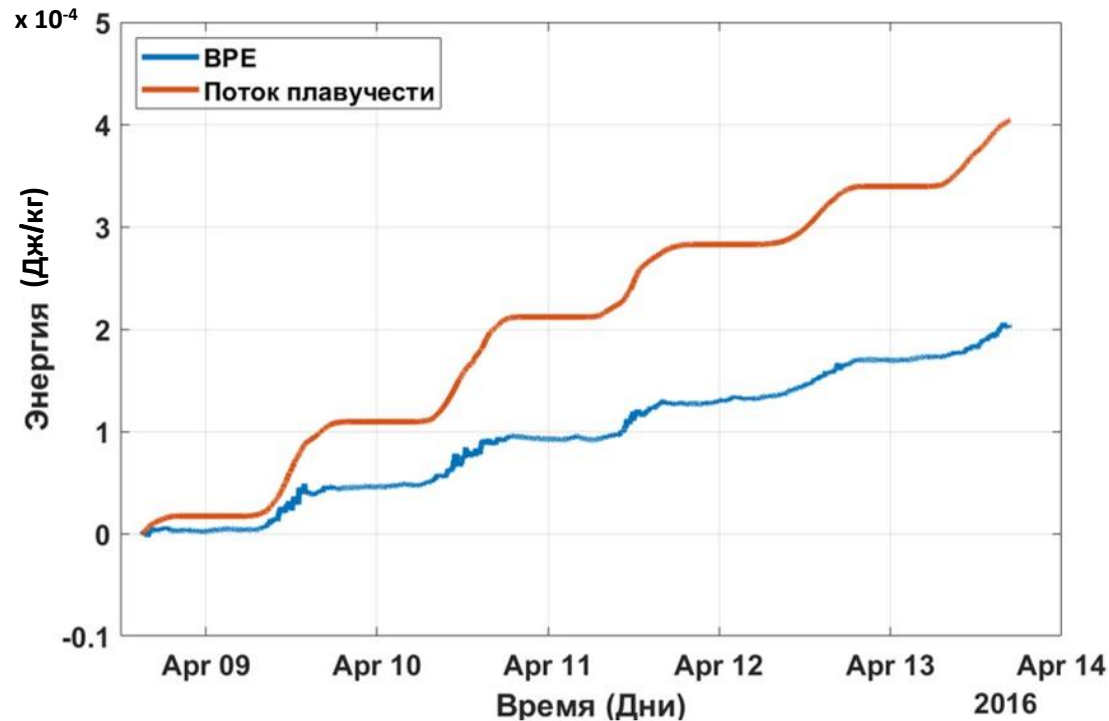


# Изменение подледной радиации во времени



# Полученные результаты

Вендюрское озеро (2016 г.)



- Базовая потенциальная энергия ( $E_b$ )

$$E_b(t) = g \int_0^{H(t)} \rho(z, t) z dz$$

- Поток плавучести

$$B_R = \beta[\theta(\delta)]I(\delta) + \beta[\theta(h)]I(h) - 2(h - \delta)^{-1} \int_{\delta}^h \beta(\theta)I dz$$

- Кумулятивная эффективность перемешивания: 0.5

$$\eta = \Delta E_b / \Delta E$$

# Выводы

- За изучаемый период конвективный слой углубился в среднем на 1,3 м.
- Сделана попытка интегральной оценки энергетических параметров для покрытого льдом озера
- Эффективность перемешивания, равная 0.5 для оз. Вендюрского указывает на высокую скорость перемешивания за короткий период (с 8 по 13 апреля)
- Произвести оценку эффективности перемешивания для отдельных эпизодов
- Разработать более точную оценку глубины конвективно-перемешанного слоя, так как градиенты температуры на границе КПС и нижнего стратифицированного слоя небольшие



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**