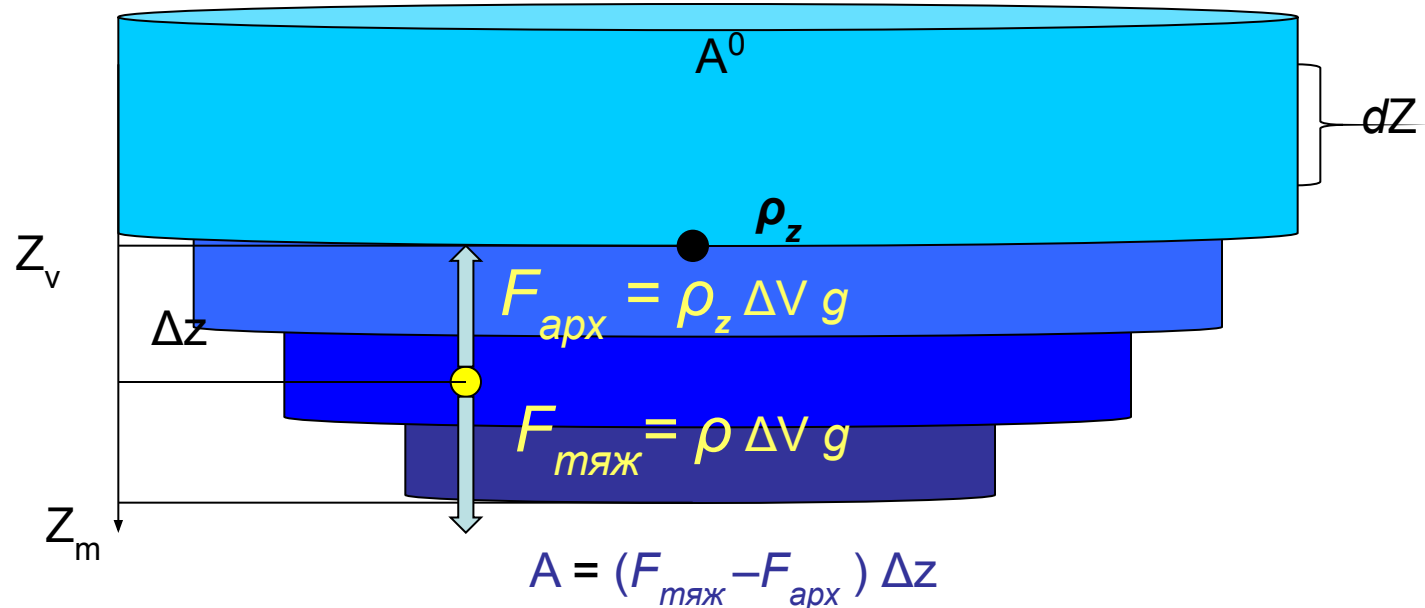


## Содержание

1. Физические характеристики стратификации водоемов
2. Волновые процессы, внутренние волны

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3

## Количественная характеристика стратификации (=устойчивость к перемешиванию)



Стабильность Шмидта (ST) – минимальная работа, необходимая для выравнивания плотности в водоеме при адиабатическом перемешивании

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3

Потенциальная энергия стратификации =  
стабильность Шмидта  
(Schmidt stabilitv):

$$S = \frac{g}{A_0} \int_0^{z_m} [(z - z_{g,z})(\rho_z - \rho)] A_z dz$$

Где:

$A_0$  - площадь поверхности озера;

$z$ -глубина;

$z_{g,z}$  - глубина центра масс озера

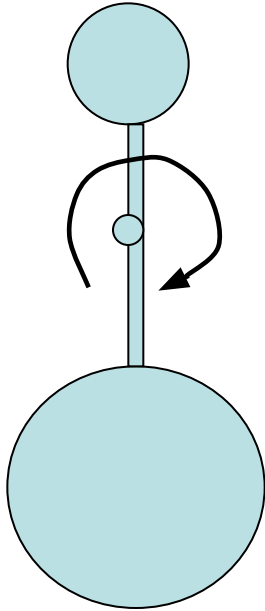
$z_m$  – максимальная глубина озера

$\rho_z (T, K_{25})$  – плотность воды на глубине  $z$ ;

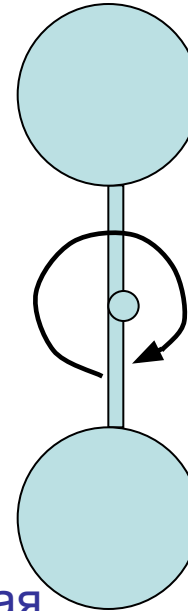
$\rho$  – средняя плотность;

$A_z$  – площадь на глубине  $z$ .

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3

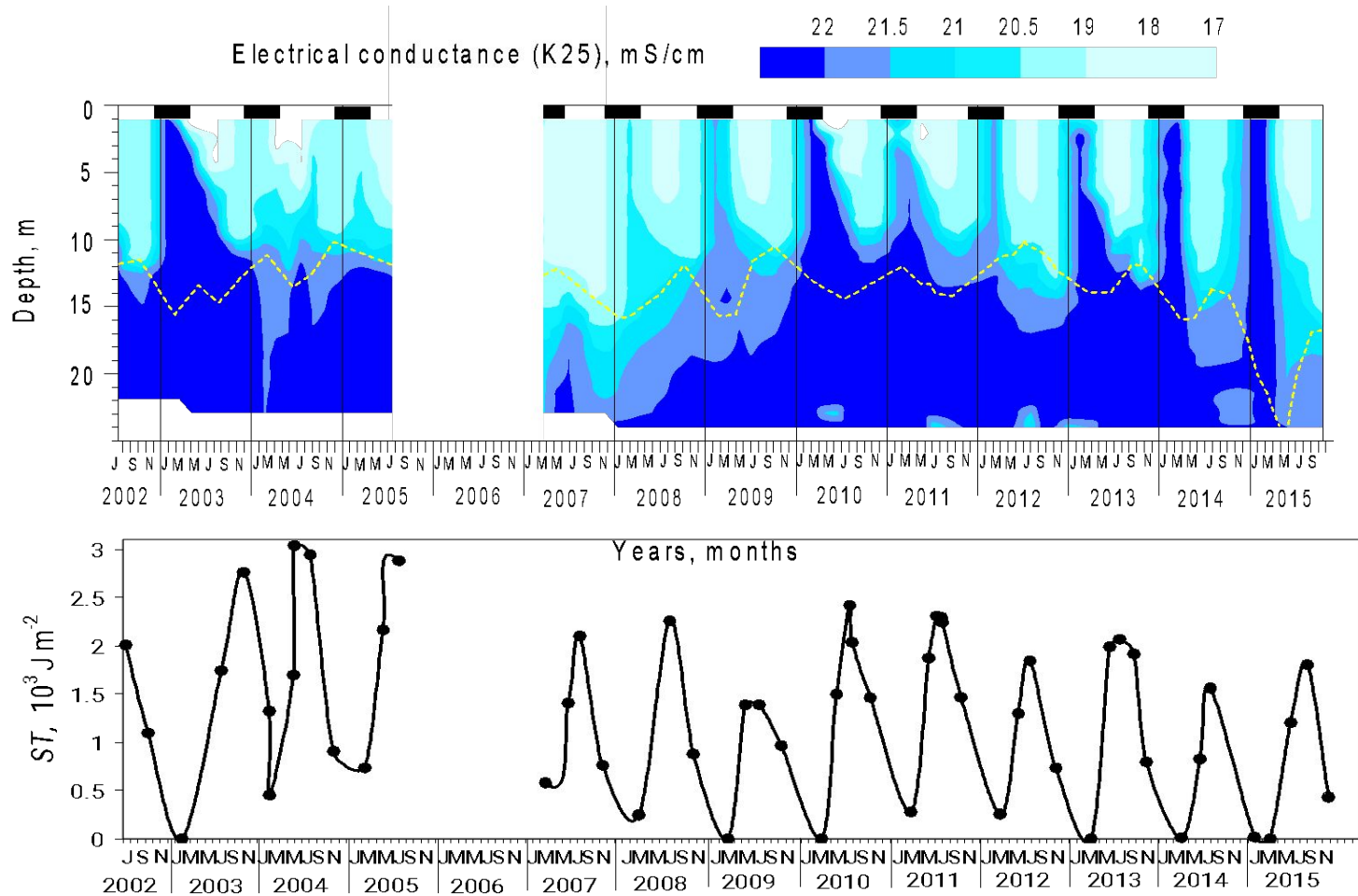


Высокая  
потенциальная энергия  
стратификации  
(Лето)

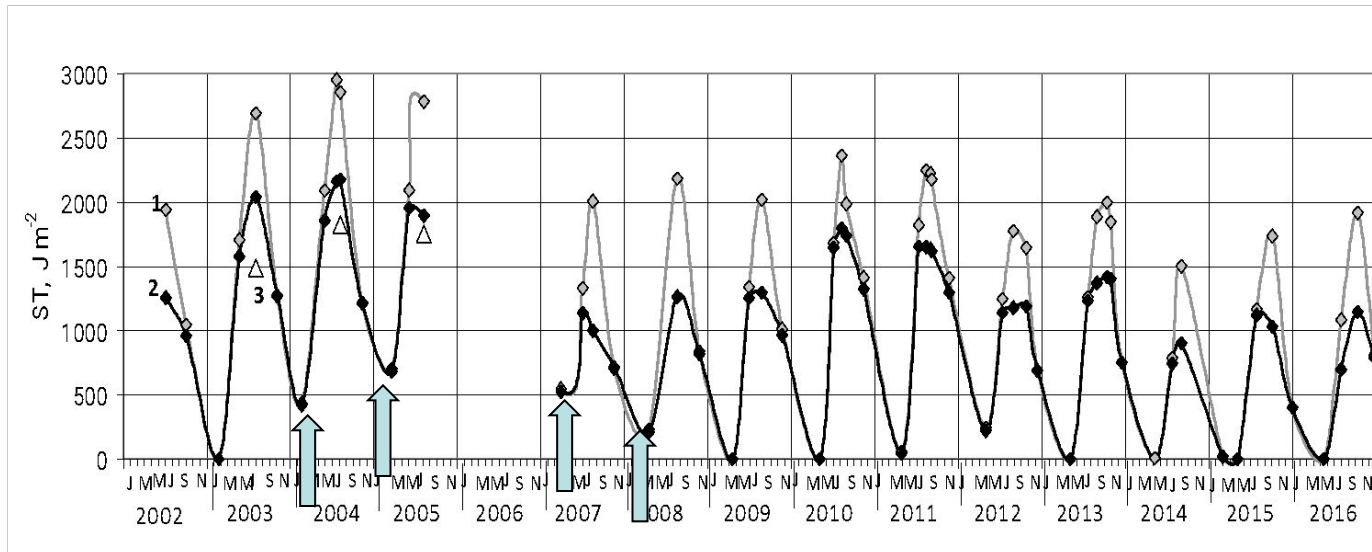


Низкая  
потенциальная энергия  
стратификации  
(Зима)

## Стабильность Шмидта (ST) в озере Шира



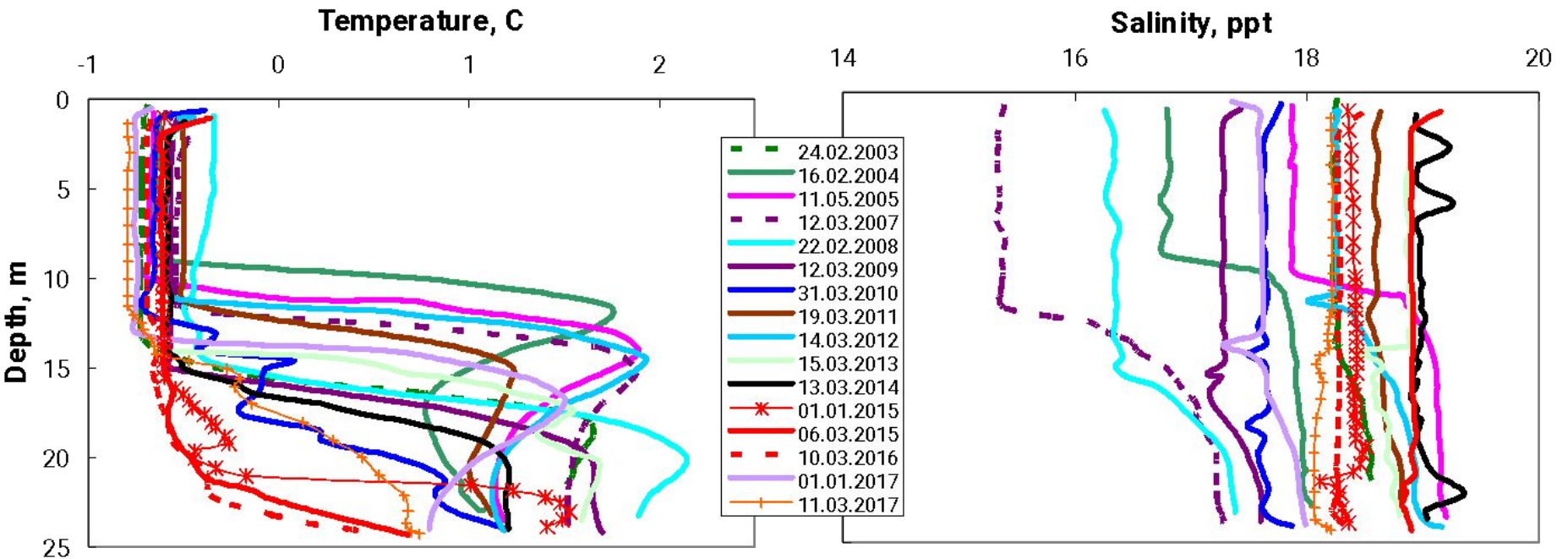
## Potential energy of stratification (= Schmidt stability) for 2003-2017



In 2004-2008 the winter stability was **higher**

After 2008 the winter stability was close to **zero**

## Winter CTD profiles for 2003-2017:

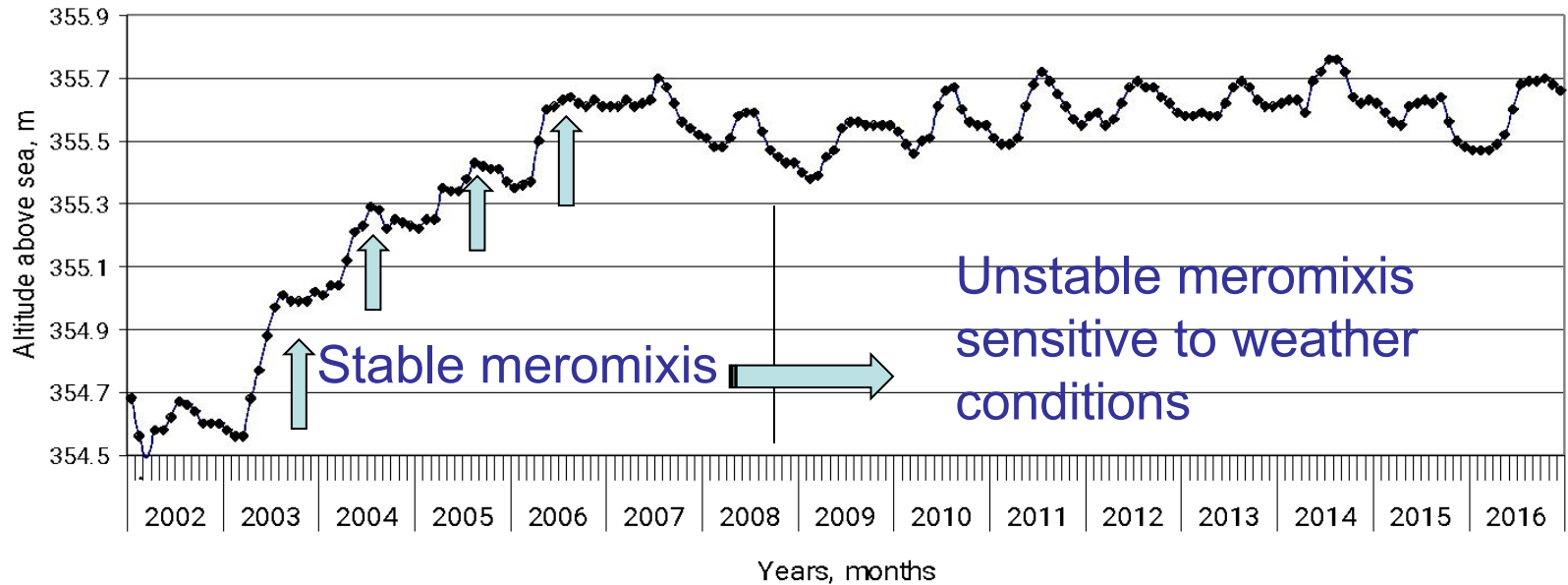


In 2004-2008 the winter profiles were stable = gradient of salinity

After 2009 the winter profiles unstable: no gradient

Rogozin et al., 2017, Limnologica, Vol.66, P.12-23.

## Water level of Lake Shira for 2003-2017



In **2003-2007** the water surface level was increasing



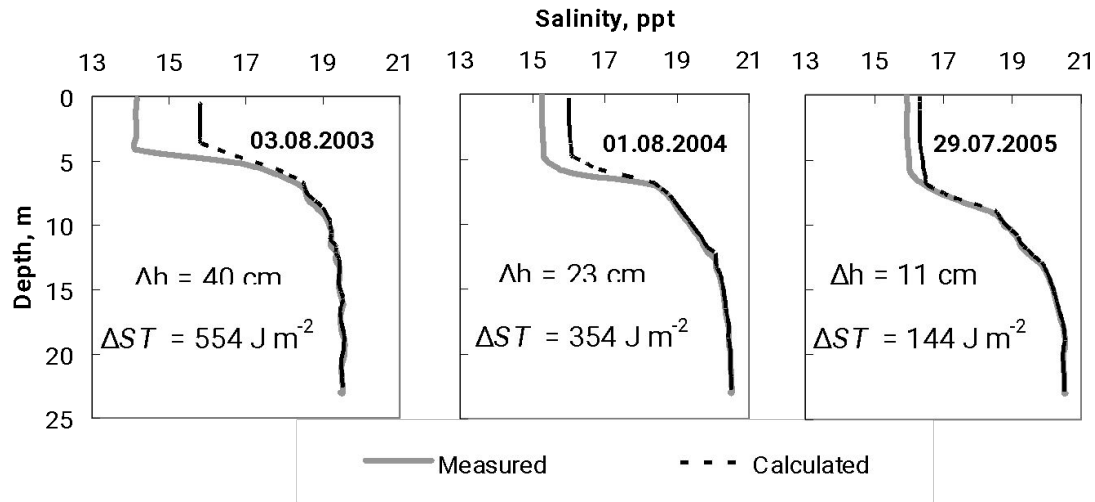
Meromixis was **stable**

After **2008** the surface level was constant



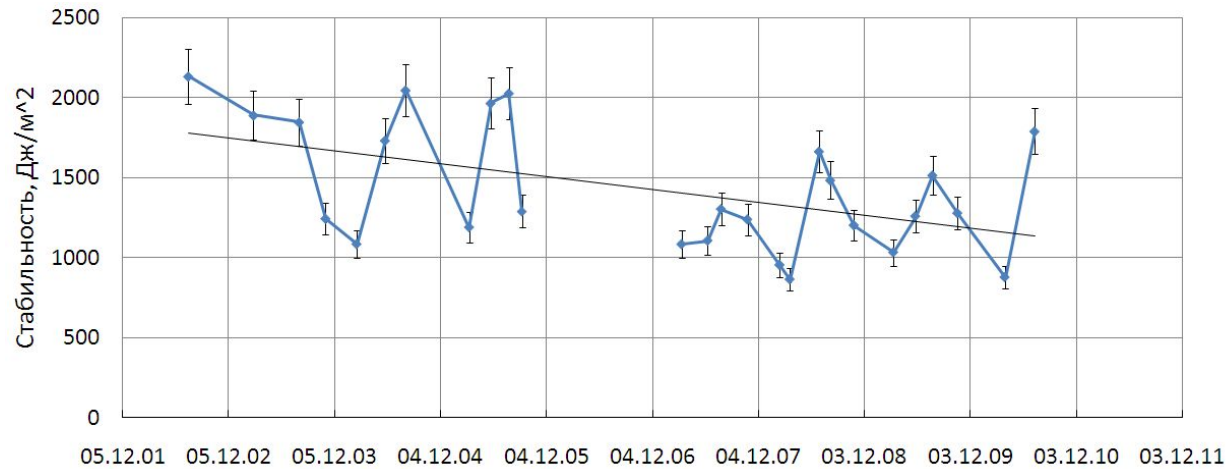
Meromixis was **weak**





Вертикальные распределения солёности, измеренные в летние периоды 2003-2005 гг (сплошные линии), и рассчитанные для гипотетического случая, если бы не было дополнительного притока воды (пунктирные линии) (см. также рис.7).  $\Delta h$  – прирост уровня воды от зимы к лету,  $\Delta ST$  – разность между  $ST$ , рассчитанным для измеренного и гипотетического профилей (из Rogozin et al., 2017b).

## Стабильность Шмидта (ST) в озере Шунет



# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3

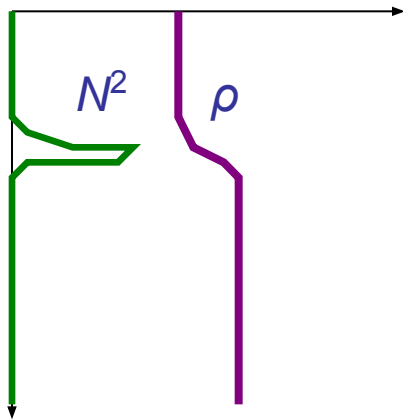
Стабильность водной толщи зависит от градиента плотности:

$$N^2 = - (g/\rho)\partial\rho/\partial z,$$

где  $\rho$  – плотность воды

$Z$  – глубина

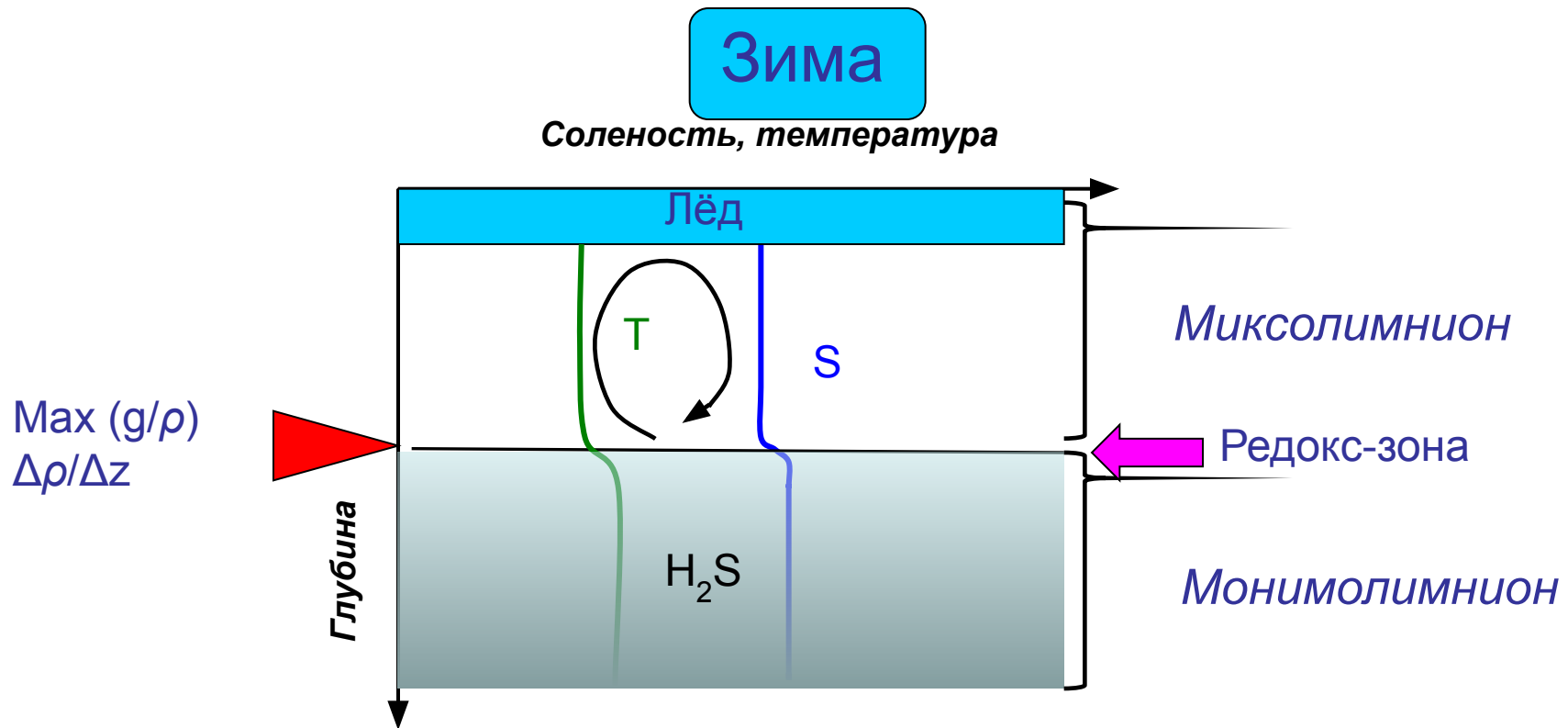
При  $N^2 < 0$  водная толща стабильна



$N$  - частота Бранта-Вяйсяля:

Brunt-Väisälä frequency,  
stability frequency, buoyancy frequency  
[rad s<sup>-1</sup>]

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3



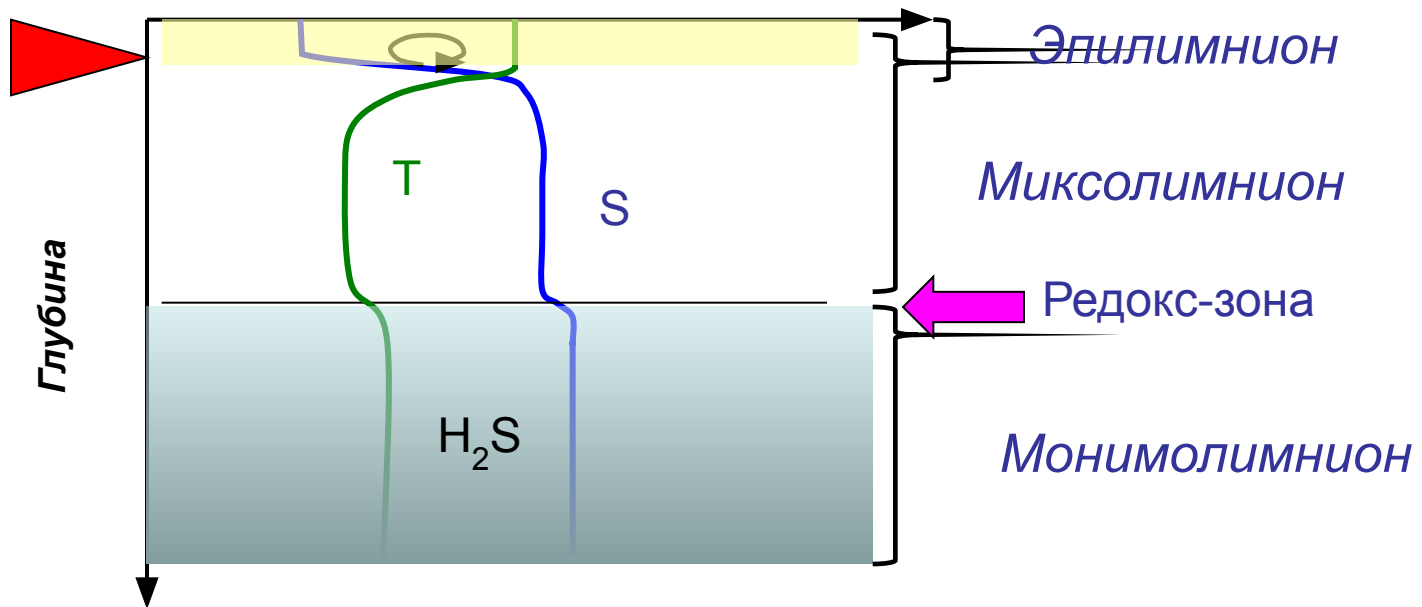
Rogozin DY, Genova SN, Gulati RD and Degermendzhy AG *Aquatic Ecology*, 2010, V.44, No.3, P.485-496

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3

Весна

Соленость, температура

Max (g/ρ)  
Δρ/Δz



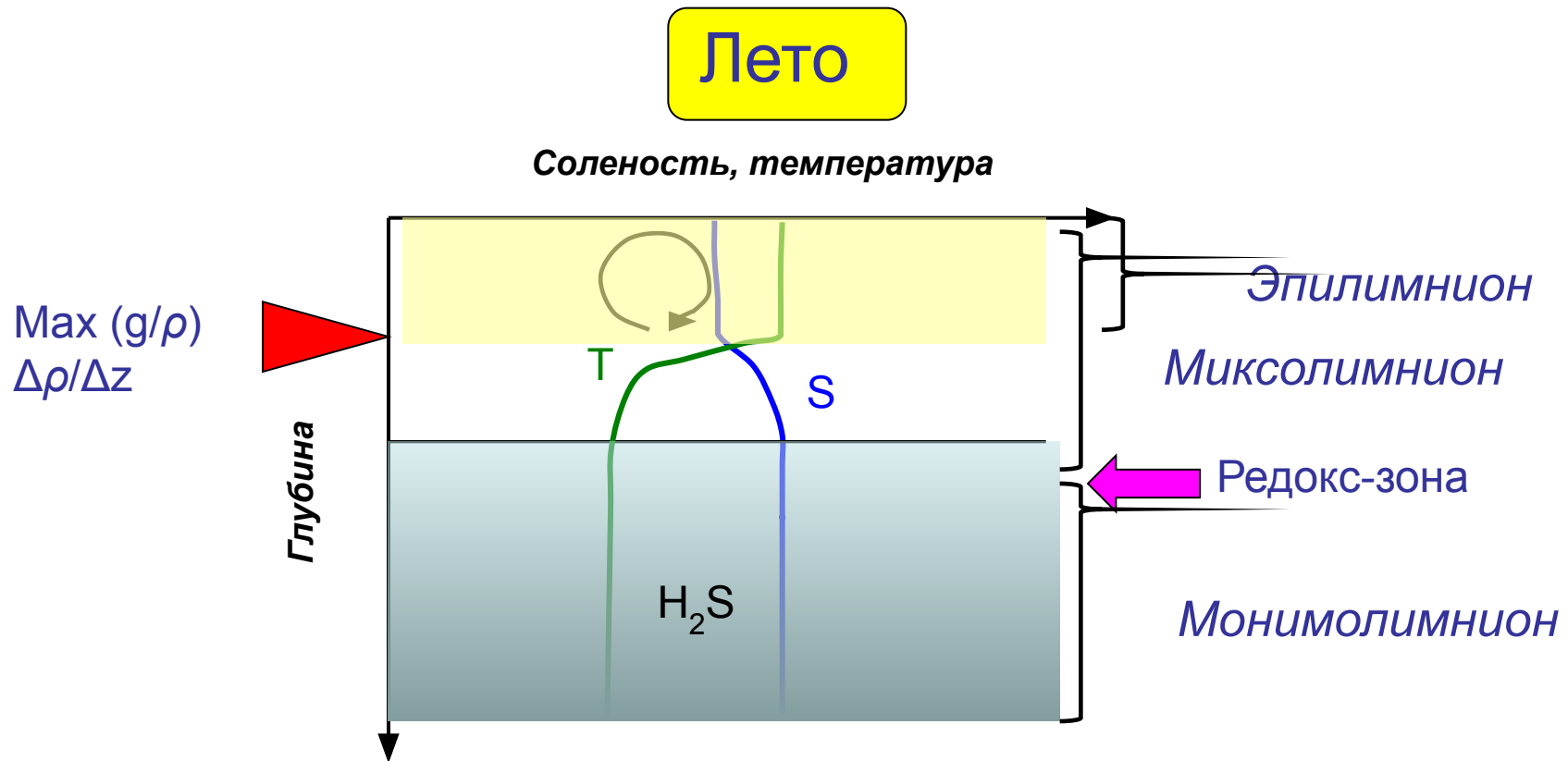
Rogozin DY, Genova SN, Gulati RD and Degermendzhy AG *Aquatic Ecology*, 2010, V.44, No.3, P.485-496

Сибирский Федеральный Университет

Рогозин Д.Ю.

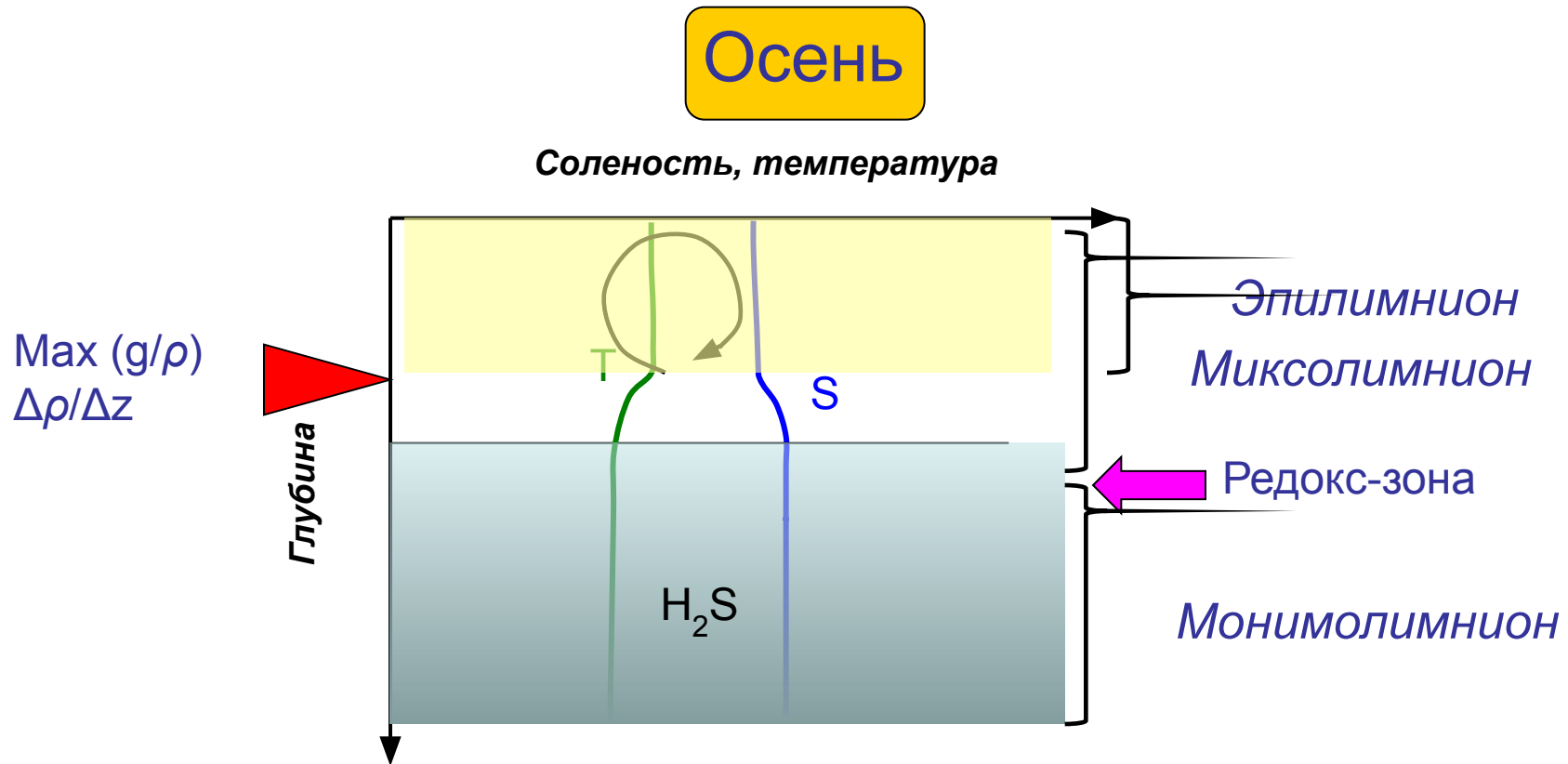
г. Красноярск, 2016

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3



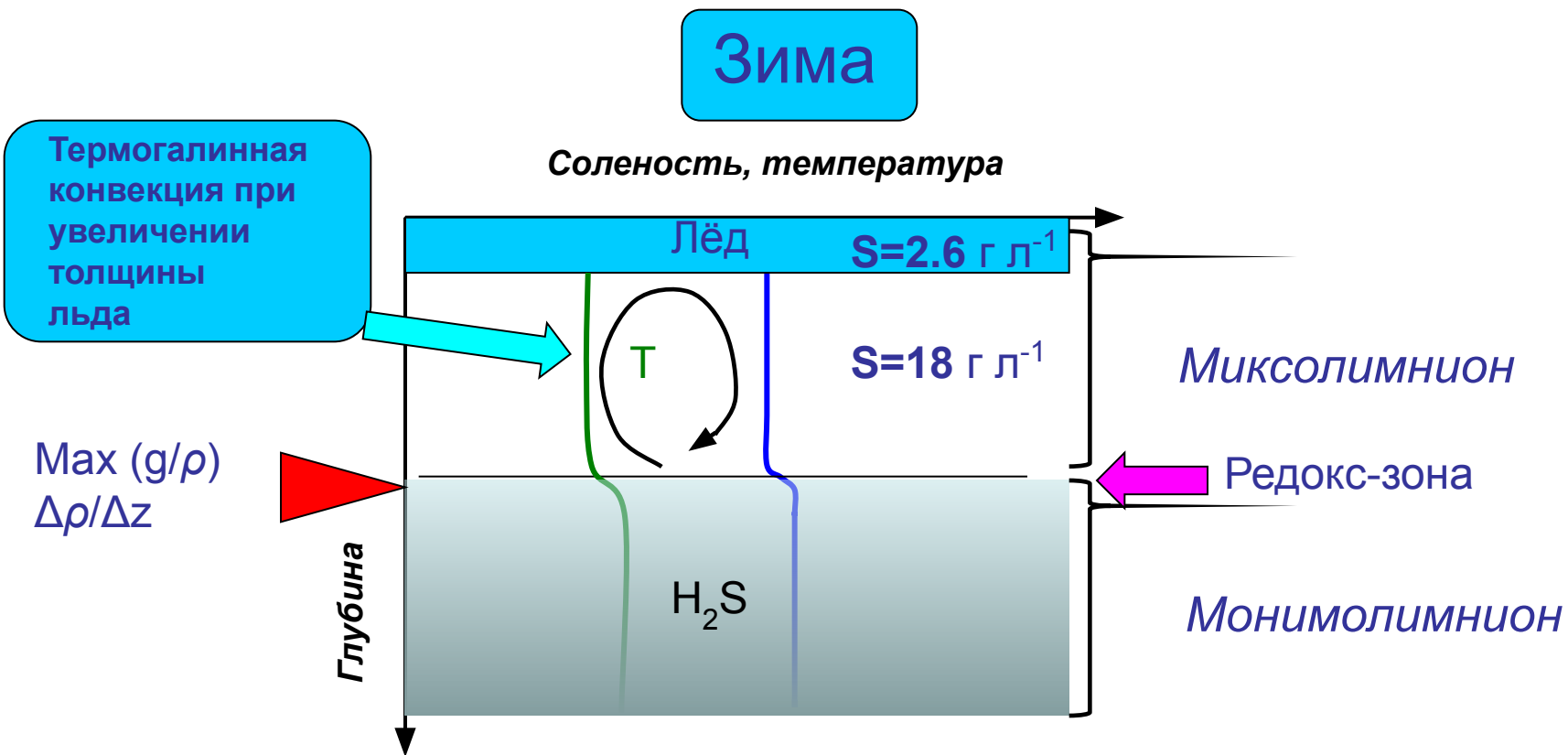
Rogozin DY, Genova SN, Gulati RD and Degermendzhy AG *Aquatic Ecology*, 2010, V.44, No.3, P.485-496

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3



Rogozin DY, Genova SN, Gulati RD and Degermendzhy AG *Aquatic Ecology*, 2010, V.44, No.3, P.485-496

# Введение в физическую лимнологию. Лекция-3



Rogozin DY, Genova SN, Gulati RD and Degermendzhy AG *Aquatic Ecology*, 2010, V.44, No.3, P.485-496

Genova SN, Belolipetskii VM, Rogozin DY, Degermendzhy AG and Mooij WM. *Aquatic Ecology*, 2010, 44 (3): 571-584.