

Расчет термической устойчивости озер



М.н.с. НИЛ озероведения,
аспирант кафедры общего
землеведения и
гидрометеорологии
Суховило Нина Юрьевна

Минск, 2018

Термическая устойчивость – количество энергии, которое необходимо затратить, чтобы привести водную массу озера в состояние гомотермии в адиабатических условиях (без притока и расхода тепла).

Расчет термической устойчивости производится по формуле:

$$W = \frac{g}{A_0} \int_0^{z_m} z \rho_z A_z dz - z_v V \rho_{av}$$

$$\rho_{av} = \frac{1}{A_0} \int_0^{z_m} \rho_z A_z dz$$

$$z_v = \frac{1}{A_0} \int_0^{z_m} z A_z dz$$

где ρ_{av} – средняя плотность воды, z_v – глубина центра масс озера при постоянной плотности, z_m – максимальная глубина, ρ_z – плотность воды на глубине z , A_0 – общая площадь озера, A_z – площадь озера под изобатой z м, V – общий объем озера.

Модель Lake Analyzer

Table 2.1. List of the input files required for the corresponding outputs

Outputs	Bathymetry (*bth)	Water Temperature (*wtr)	Wind Speed (*wnd)	Water Level (*lvl)	Salinity (*sal)
Thermocline Depths	Not Required	Required	Not Required	Optional	Optional
Metalimnion Depths	Not Required	Required	Not Required	Optional	Optional
Schmidt Stability	Required	Required	Not Required	Optional	Optional
uStar	Required	Required	Required	Optional	Optional
Lake Number	Required	Required	Required	Optional	Optional
Wedderburn Number	Required	Required	Required	Optional	Optional
Buoyancy Frequency	Not Required	Required	Not Required	Optional	Optional
Mode 1 Seiche Periods	Required	Required	Not Required	Optional	Optional

Configuration File

Output options

Add

Output selections

Buoyancy frequency
 Buoyancy frequency (parent)
 Lake Number
 Lake Number (parent)
 Metalimnion bottom
 Metalimnion bottom (parent)
 Metalimnion top
 Metalimnion top (parent)

Remove

Sparkling.lke preview

Configuration file for Sparkling

```

N2, SN2, Ln, SLn, metaB, SmetaB, metaT, SmetaT, T1, ST1, St, thermD,
SthermD, uSt, SuSt, wTemp, W, SW, wndSpd    #outputs
86400    #output resolution (s)
19       #total depth (m)
??       #height from surface for wind measurement (m)
86400    #wind averaging (s)
86400    #thermal layer averaging (s)
21600    #outlier window (s)
40       #max water temp (°C)  inf if none
-12      #min water temp (°C)  -inf if none
98       #max wind speed (m/s)  inf if none
0        #min wind speed (m/s)  -inf if none
0.1      #meta min slope (drho/dz per m)
0.5      #mixed temp differential (°C)
N        #plot figure (Y/N)
Y        #write results to file (Y/N)

```

load from existing?

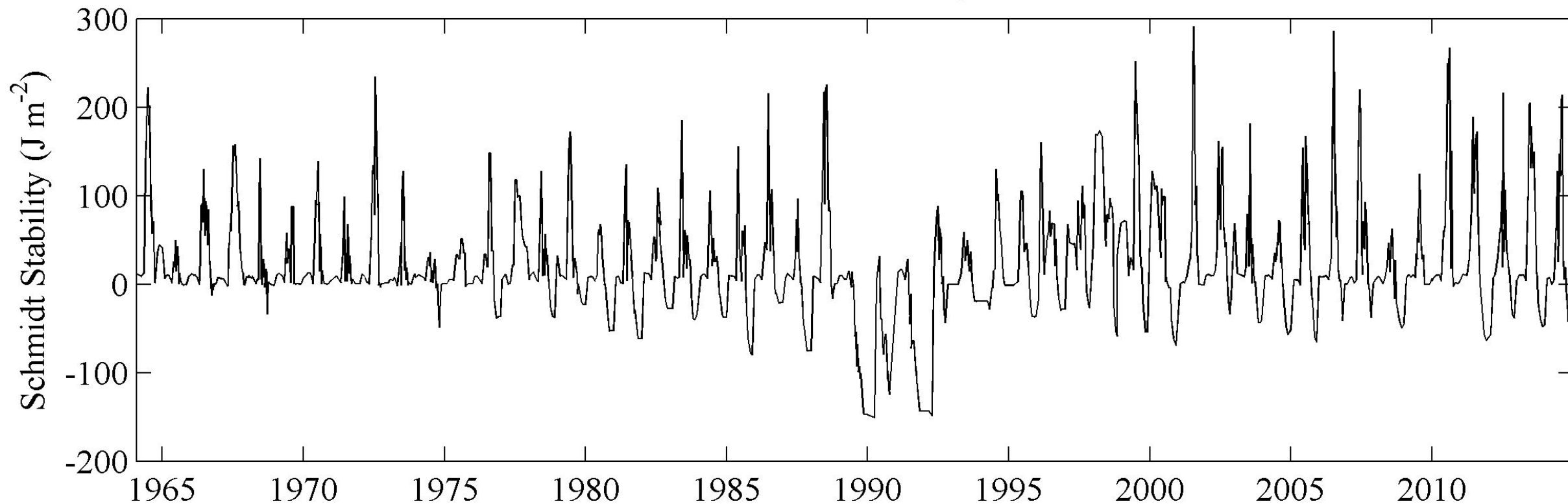
Publish

User parameters

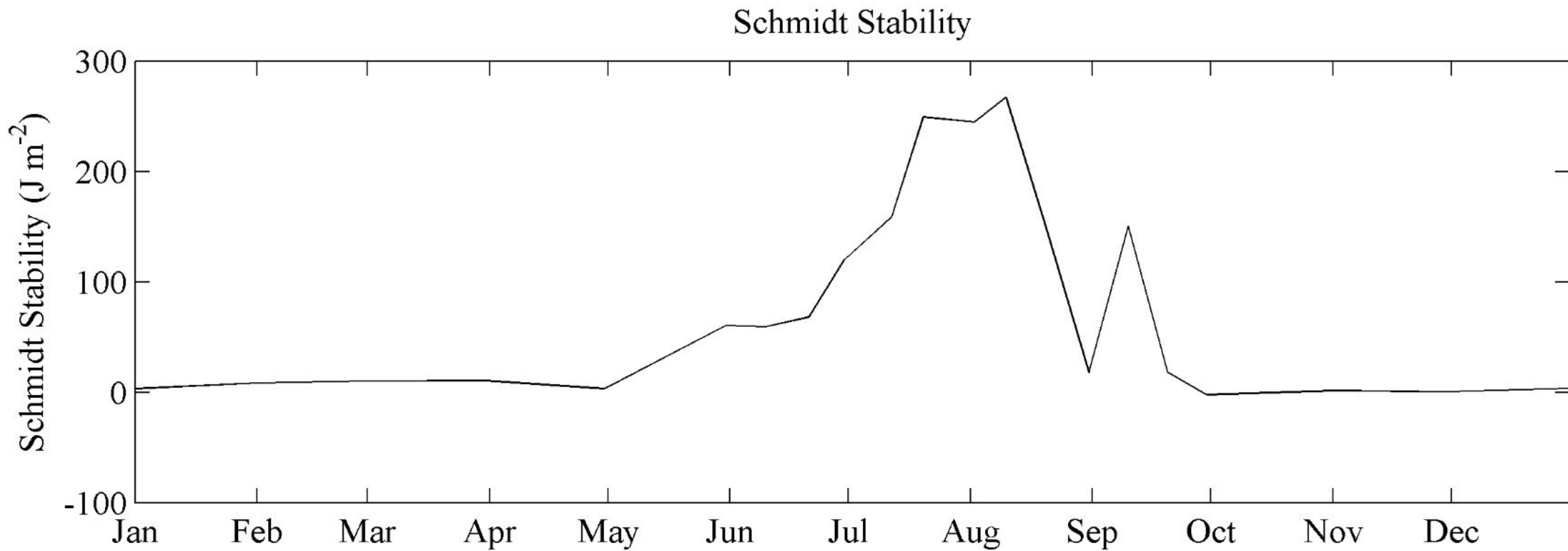
<input type="text" value="86400"/> output resolution (s)	<input type="text" value="19"/> total depth (m)
<input type="text" value="86400"/> wind averaging (s)	<input type="text" value="5"/> wind height (m)
<input type="text" value="86400"/> layer averaging (s)	<input type="text" value="21600"/> outlier window (s)
<input type="text" value="40"/> max water temp (°C)	<input type="text" value="-12"/> min water temp (°C)
<input type="text" value="98"/> max wind speed (m/s)	<input type="text" value="0"/> min wind speed (m/s)
<input type="text" value="0.1"/> metalimnion slope (kg/m4)	<input type="text" value="0.5"/> mixed temp differential (°C)
<input type="text" value="N"/> plot figure (Y/N)	<input type="text" value="Y"/> write results (Y/N)

Пример заполнения файла .lke

Schmidt Stability

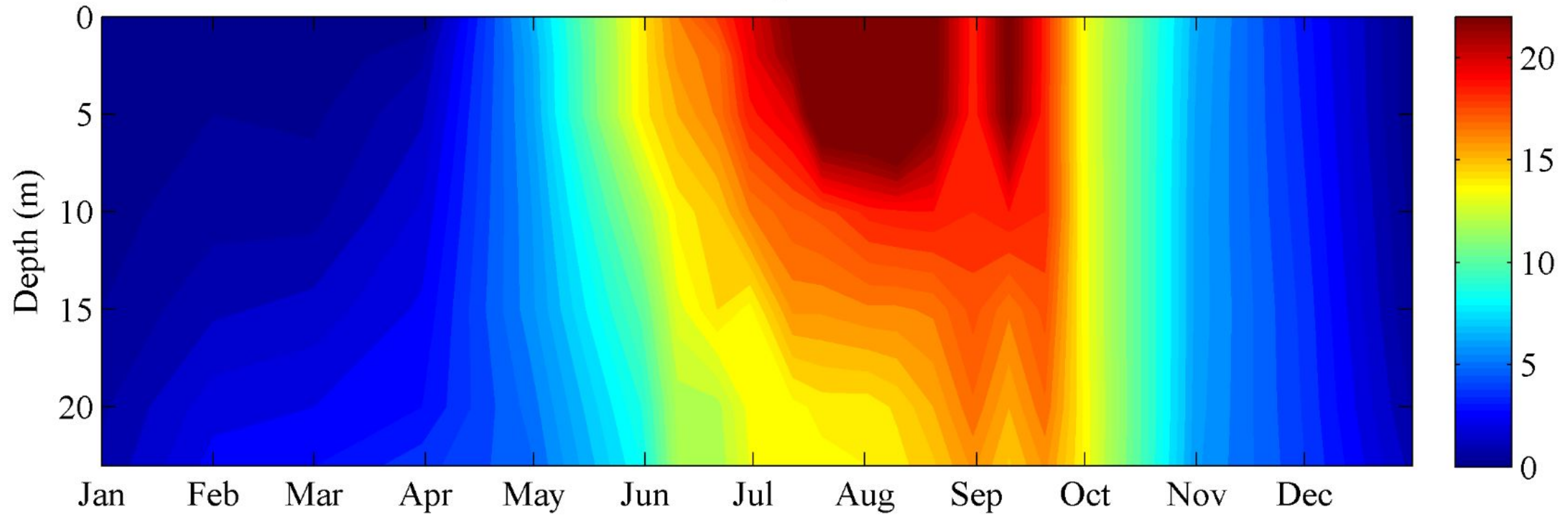


Результаты расчетов термической устойчивости с помощью модели Lake Analyzer на примере оз. Нарочь, 1964 – 2014 гг.



Годовой ход термической устойчивости оз. Нарочь, 2010 г.

Water Temperature



Годовой термический цикл оз. Нарочь, 2010 г.