.

REPUBLIC OF ESTONIA
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

Klorofüllisisaldus vees - esmane elustiku näitaja Peipsi seisundi ühisel hindamisel

Külli Kangur (Eesti)
Irina Andrejeva (Venemaa)

Содержание хлорофилла в воде - главный индикатор биоты в совместной оценке состояния Чудско-Псковского озера

Кюлли Кангур (Эстонская Республика)
Ирина В. Андреева (Российская Федерация)

www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
Institute of Agricultural and Environmental Sciences

Tallinn, 26.11..2020

Elustik on võtmetähtsusega Peipsi seisundi hindamisel

Биология является ключевым фактором в оценке состояния Чудско-Псковского озера

Ülesanne vastavalt 2019.a. seire töörühma protokolli punktile 6.3:
„Võtta aluseks Eesti poole esitatud ettepanek **jagada veekvaliteedi hinnanguskaala kolme klassi** Peipsi järve osade seisundi hindamiseks hüdrobioloogiliste näitajate põhjal ja **määrata kvaliteediklasside piirid klorofüll *a* alusel.“**

Задача по пункту 6.3 протокола рабочей группы по мониторингу 2019 года:
„Принять за основу представленное Эстонской стороной предложение о разделении шкалы оценки качества воды на **три класса** для оценки состояния частей Чудско-Псковского озера на основе гидробиологических показателей и определения **границ классов качества на основе хлорофилла *a*.“**

Fotod Peipsi idarannikult 19-21.06.2020 Фотографии с восточного побережья Чудско-Псковского озера 19-21 июня 2020

Klorofüllisisaldus (Chl*a*) on veekvaliteedi ja ökoloogilise seisundi ühisel hindamisel üks paremaid elustiku näitajaid

Содержание хлорофилла (Chla) - один из лучших показателей в совместной оценке качества воды и экологического состояния.

Chl*a*

- peegeldab **fütoplanktoni biomassi**, mis on aluseks järve toiduahelatele.
- on seoses teiste oluliste veekvaliteedi näitajatega (üldfosfori sisaldus, vee läbipaistvus jne).
- arvestatakse paljudes järvede **troofsusindeksites** koos üldfosforiga ja vee läbipaistvusega.
- Eesti ja Vene poole Chl*a* võrdluskatsete tulemused on paremini võrreldavad kui teised planktoni näitajad.

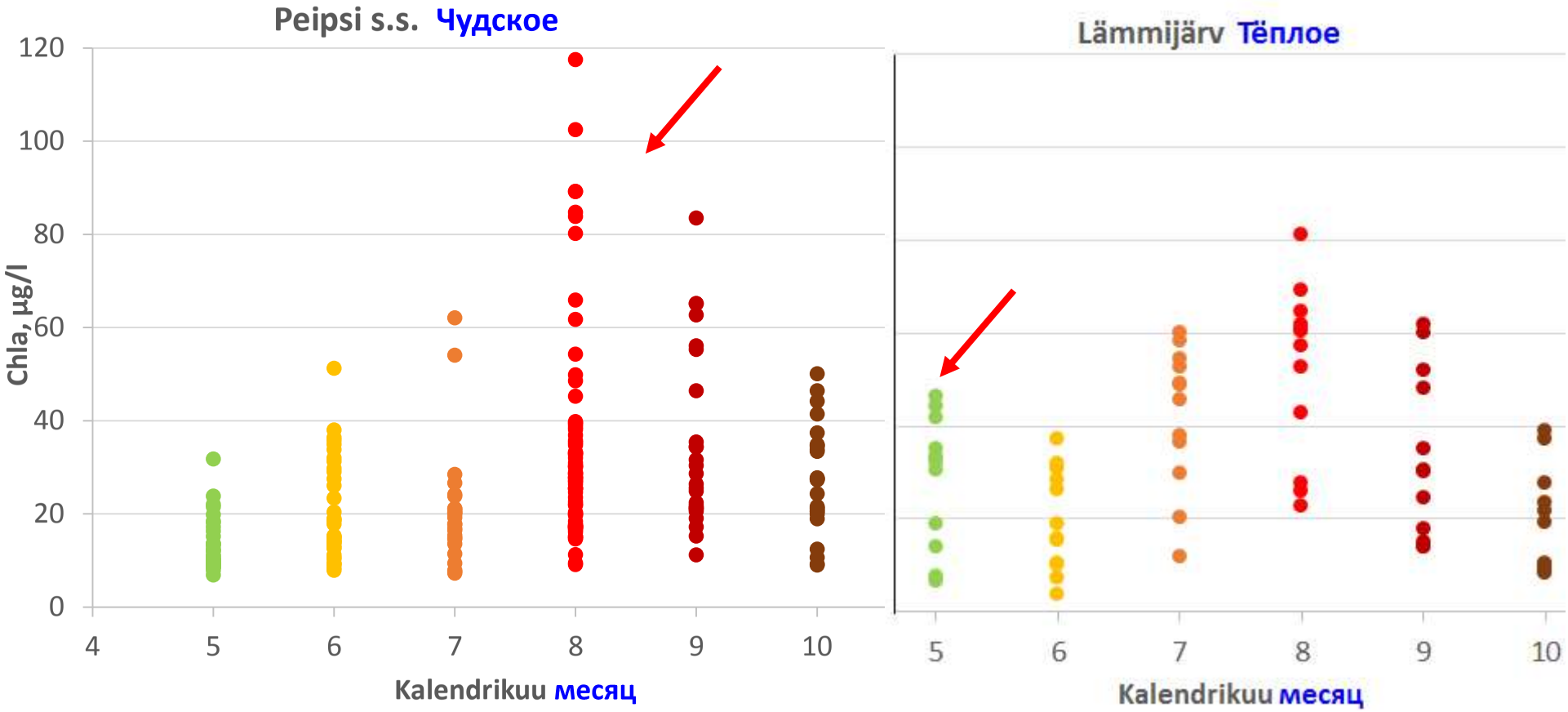
Chl*a*

- отражает **биомассу фитопланктона**, которая составляет основу пищевых цепей озера.
- связано с другими важными параметрами качества воды (валовый фосфор, прозрачность воды и т.Д.).
- учитывается во многих озерных **трофических показателях** вместе с TP и с прозрачностью воды.
- результаты сравнительных испытании Chl*a* в Эстонии и России более сопоставимы, чем другие показатели планктона.

Kindlasti tuleb arvestada klorofüllisisalduse sesoonseid muutusi.

Однако необходимо учитывать сезонные колебания содержания хлорофилла.

Klorofüll *a*, 2013-2018 Хлорофилл *a*, 2013-2018

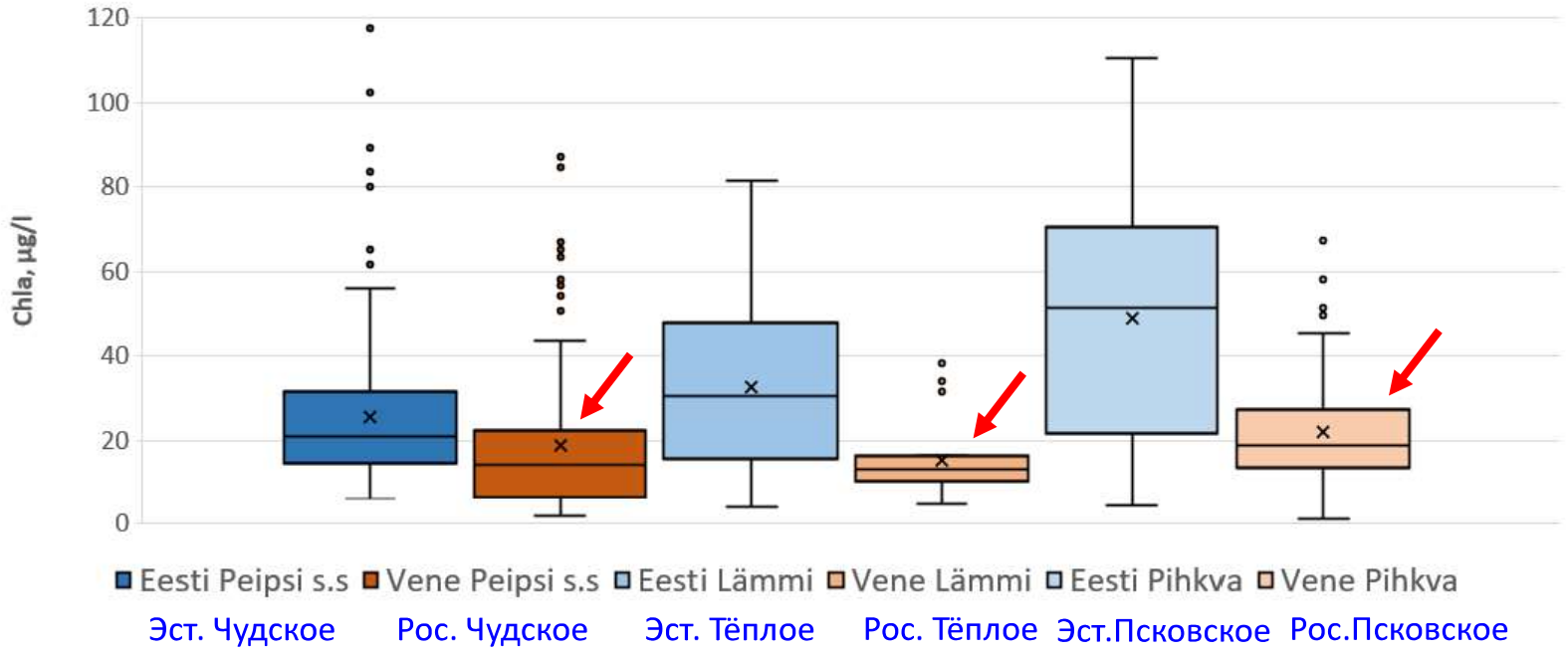


Chla sesoonne käik järveosades on erinev: mais on kõrgemad näidud Lämmijärves, mis soojeneb kevadel kiiremini. Suve teisel poolel on kõrgemad näidud Peipsis s.s.

Chl a сезонный ход в частях озера отличается: в мае на оз. Тёплое (который весной быстрее прогревается) наблюдаются более высокие показатели. Во второй половине лета самые высокие значения в Чудском озере.

Klorofüllisisaldus Peipsi kolme järveosa vees Eesti ja Vene seiretulemuste põhjal (2013-2018)

Содержание хлорофилла в воде трех частей Чудско-Псковского озера на основе результатов мониторинга Эстонии и России (2013-2018)

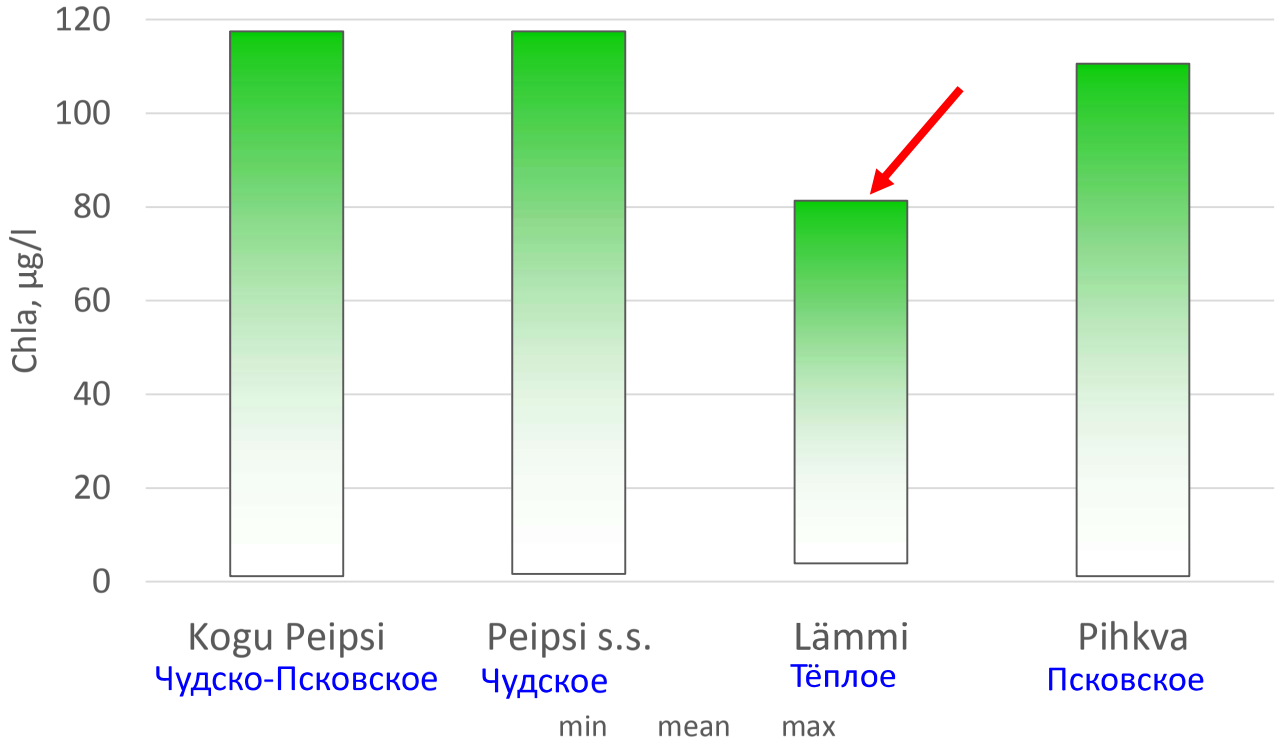


Vene Chl*a* seiretulemused on mõnevõrra madalamad kõigis järveosades. Erinevus proovivõtu aegades: Vene poolel on vähem suviseid proove (puudu juunis-juulis), kui Chl*a* sisaldus on üldiselt kõrgem.

Результаты мониторинга Chl*a* на Российской стороне несколько ниже во всех частях озера. Разница во времени отбора проб. На Российской стороне летних проб меньше (нет в июне-июле), когда содержание Chl*a* обычно выше.

Chla sisalduse variatiivsus kogu Peipsis ja selle kolmes osas Eesti ja Vene seiretulemustel aastatel 2013-2018

Изменчивость содержания Chla в Чудско-Псковском озере и его трех частях по результатам мониторинга Эстонии и России в 2013-2018 гг.

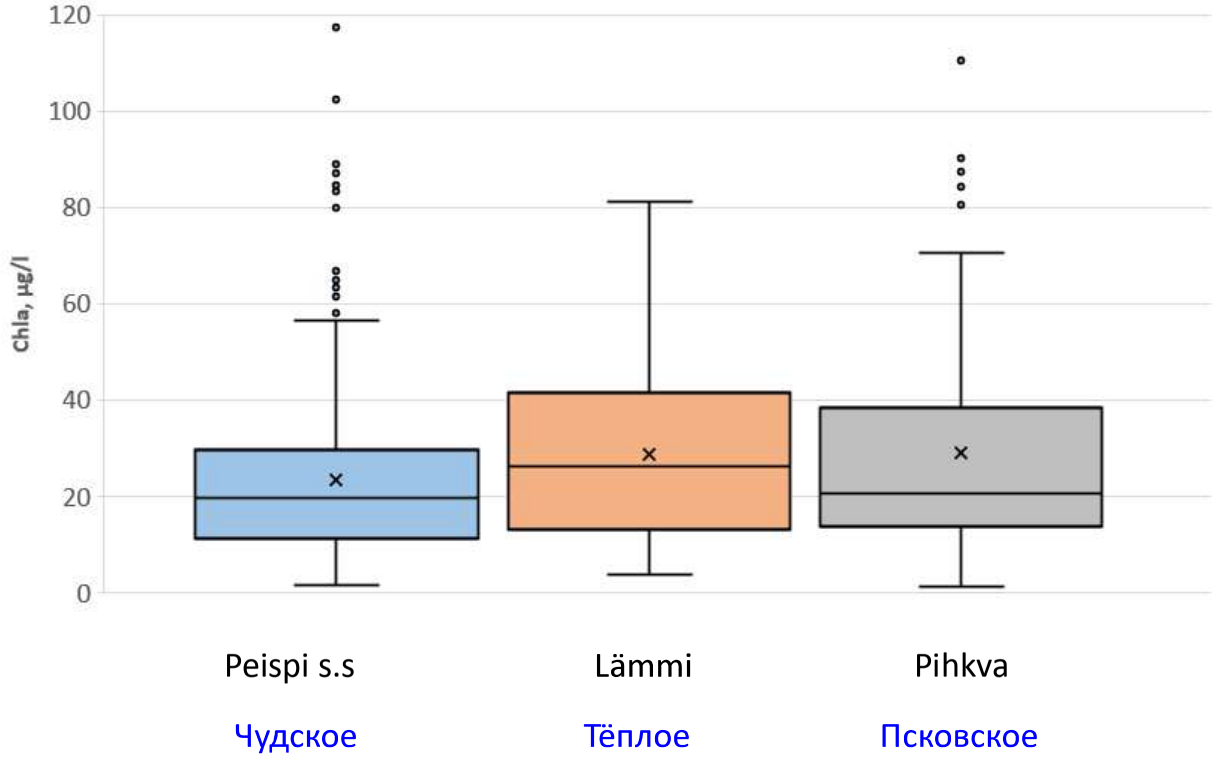


Chl*a* sisalduse variatiivsus on kõige väiksem Lämmijärves, kust on ka kõige vähem proove.

Изменчивость содержания Chl*a* является самой маленькой в озереТёплом. Есть также наименьшее количество проб.

Klorofüll *a* sisaldus Peipsi kolme järveosa vees Eesti ja Vene seiretulemuste põhjal (2013-2018)

Содержание хлорофилла *a* в воде трех частей Чудско-Псковского озера на основе результатов мониторинга Эстонии и России (2013-2018)



Keskmine klorofüllisisaldus on Pihkva järve ja Lämmijärve vees sarnane.

Среднее содержание хлорофилла в воде озер Псковское и Тёплое одинаково.

Keskmine klorofüllisisaldus Peipsi kolme järveosa vees Eesti ja Vene seiretulemuste põhjal (2013-2018)

Среднее содержание хлорофилла в воде трех частей Чудско-Псковского озера на основе результатов мониторинга Эстонии и России (2013-2018)

Näitaja Показатель	**Peipsi s.s.** Чудское	**Lämmijärv** Тёплое	**Pihkva** Псковское	**Kogu Peipsi** Чудско-Псковское (в целом)
Keskm Chla±St. Err. Среднее Chla ±Стандартная ошибка, µg/l	23,7±1,0	28,9±1,9	29,2±2,4	25,5±0,8
Mõõtmiste arv Количество измерений	339	91	88	518

Keskmine klorofüllisisaldus ei erine Lämmijärves ja Pihkva järves. Kuid Peipsis ja järve lõunapoolsetes osades on klorofüllisisaldus statistiliselt erinev (*t*-test, *P*=0,003).

Среднее содержание хлорофилла не различается в озере Тёплое и озере Псковское.

Однако содержание хлорофилла статистически отличается в Чудском озере и в южных частях озера (*t*-test, *P*=0,003).

Peipsi järveosade ökoloogiliste kvaliteediklasside piirid Chl*a* sisalduse järgi Eesti ja Vene seiretulemuste põhjal 2013-2018

Границы классов экологического качества Чудско- Псковского озера на основе Chl*a* по результатам мониторинга Эстонии и России 2013-2018

Kvaliteedinäitaja Показатель	Järveosa Часть озера	N	Hea klass Хорошое	Rahuldav klass Посредственное	Halb klass Плохое
Klorofüll *a* sisaldus, µg/l Содержание	Peipsi s.s. Чудское	339	<11	11 – 30	>30
Chl *a* (V – X)	Lämmijärv+ Pihkva Тёплое и Псковское	179	<14	14 – 39	>39

Seisundi hinnang klorofüllisisalduse alusel

Оценка состояния **на основе хлорофилла *a***

Klorofüll *a* sisaldus, µg/l Содержание Chl a (V-X)	2013-2018	Seisund Состояние
Peipsi s.s. Чудское	24	Rahuldav Посредсвенное
Lämmijärv+Pihkva Тёплое+Псковское	29	Rahuldav Посредсвенное

Proposed boundary values for trophic categories (OECD, 1982)

Trophic Category	**TP**, mg/m^3	Mean **Chlorophyll**, mg/m3	**Max Chl**, mg/m3	**Mean Secchi, m**	**Min Secchi, m**
Oligotrophic	<10,0	<2,5	<8.0	>6.0	>3.0
Mesotrophic	10--35	2,5--8	8--25	6--3	3--1.5
Eutrophic	35--100	**8--25**	25--75	3--1.5	1.5--0.7
Hypertrophic	>100	**>25**	>75	<1.5	<0.7

Vollenweider, R.A. and J.Kerekes.1982 OECD 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Organisation for Economic Control and Development. Paris, 158 p.

Troofsuskategooria Трофность

Klorofüll *a* sisaldus, µg/l **Содержание Chl a (V-X)**	**2013-2018**	**Troofsuskategooria** **Трофность**
Peipsi **Чудское**	**24**	**Eutroofne** **Эвтрофный**
Lämmijärv+Pihkva **Тёплое+Псковское**	**29**	**Hüpertroofne** **Гипертрофный**

Korrelatsioonid põhiliste vee kvaliteedi näitajate vahel Eesti seire andmetel Peipsil 1997-2019

Корреляция между основными показателями качества воды по данным мониторинга Эстонии за 1997-2019 гг.

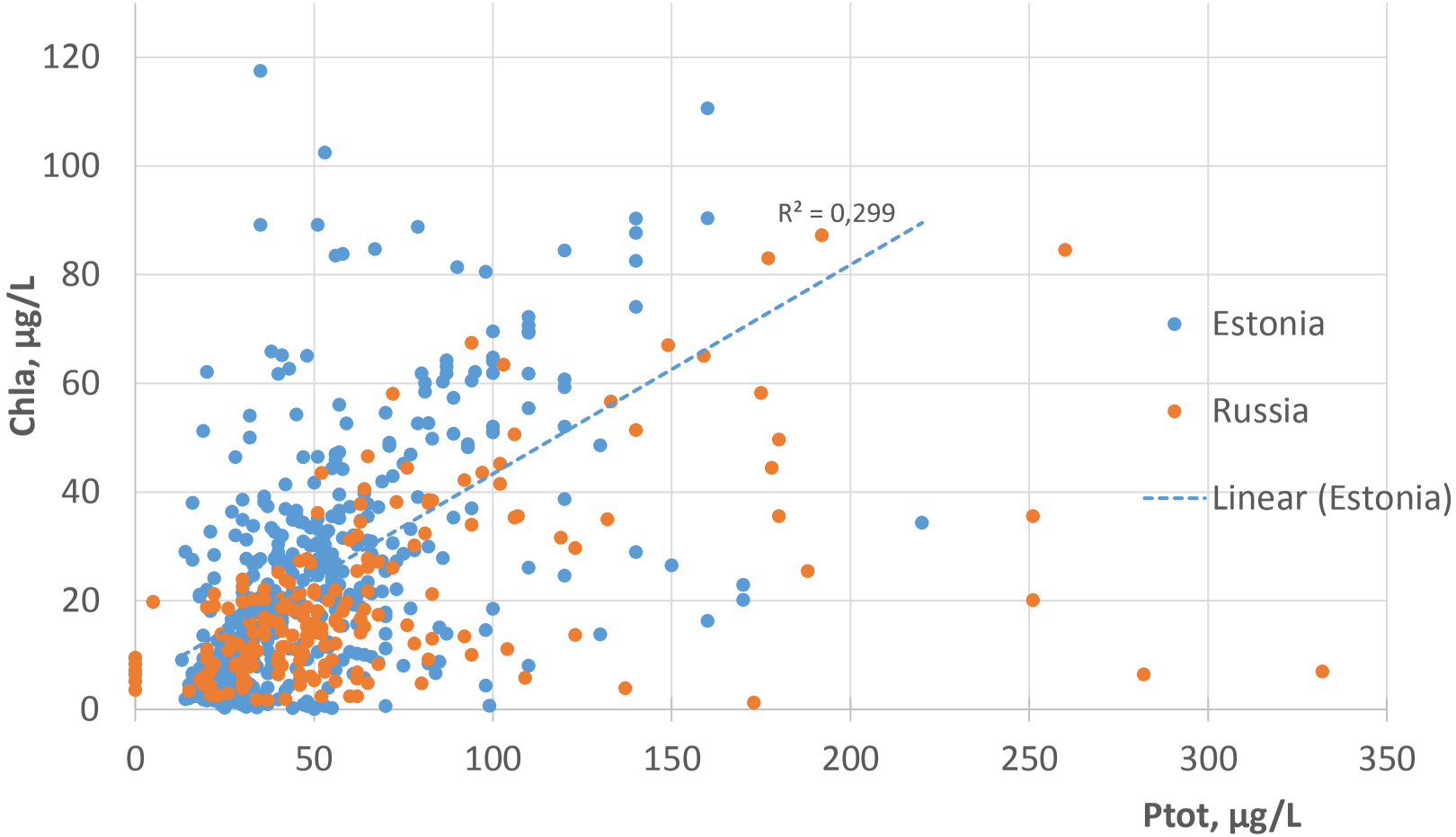
Korrelats	Secchi	FBM	CY	**ChlaJH**	PTOT	PO4P	NTOT	N/P	NO3N	NH4N
Secchi	1,00									
FBM	-0,47	1,00								
CY	-0,41	**0,92**	1,00							
ChlaJH	**-0,52**	**0,63**	**0,53**	1,00						
PTOT	**-0,65**	**0,62**	**0,56**	**0,63**	1,00					
PO4P	-0,39	0,30	0,25	0,32	**0,71**	1,00				
NTOT	-0,38	0,31	0,28	0,34	0,46	0,32	1,00			
N/P	0,46	-0,34	-0,30	-0,34	**-0,58**	-0,41	0,30	1,00		
NO3N	0,06	-0,17	-0,17	-0,16	-0,10	-0,02	0,47	**0,52**	1,00	
NH4N	-0,11	0,08	0,10	0,06	0,12	0,15	0,17	0,02	0,11	1,00

Klorofüllisisaldusel Peipsi vees on tugev positiivne seos üldfosfori sisaldusega, ka fütoplanktoni ja sinivetikate biomassiga, kuid negatiivne seos vee läbipaistvusega.

Chla имеет сильную положительную корреляцию с общим содержанием фосфора, а также с биомассой фитопланктона и сине-зеленых водорослей, отрицательная корреляция с прозрачностью воды.

Klorofülli ja üldfosfori sisalduse suhe Peipsis Eesti ja Vene andmetel aastate 2013-2019 vegetatsiooniperioodil

Соотношение содержания хлорофилла и валового фосфора в Чудско-Псковском озере по данным Эстонии и России в вегетационный период 2013-2019 гг.



Kokkuvõte ja järeldused Резюме и выводы

1. Klorofüllisisaldus on üks paremaid elustiku näitajaid, mille järgi järve vee kvaliteeti ja ökoloogilist seisundit ühiselt hinnata, kuid ühine vaatlusrida on veel lühike.

Содержание хлорофилла - один из лучших показателей биоты, по которому можно совместно оценивать качество воды и экологическое состояние озера. Но совместные наблюдения все еще коротки.

2. Eesti ja Vene ühiste Chla andmete (*2013* -2018) põhjal võib Peipsi järveosade seisundit hinnata stabiilseks ja rahuldavaks.

На основании совместных данных Эстонии и России по Chl*a* (2013-2018 гг.) состояние всех частей Чудско-Псковского озера можно оценить как стабильное и удовлетворительное.

3. Analüüs näitas Chl*a* tugevaid seosed teiste veekvaliteedi näitajatega Peipsis- üldfosfori sisaldus, vee läbipaistvus, samuti elustiku näitajatega - fütoplanktoni üldbiomass ja sinivetikate biomass.

Анализ показал сильную корреляцию между Chl*a* и другими показателями качества воды – содержанием валового фосфора, прозрачностью воды, а также другими показателями биоты - общей биомассой фитопланктона и биомассы сине-зеленых водорослей.

4. Klorofülli vaatlusridu tuleks jätkata, mis võimaldaks näha pikaajalisemaid trende Peipsis ja seoseid vee kvaliteedi näitajate vahel, samuti täpsustada klassipiire.

Наблюдения за хлорофиллом должны быть продолжены, что позволило бы увидеть долгосрочные тенденции в Чудско-Псковском озере и связи между показателями качества воды, а также уточнить границы классов.

Tänan tähelepanu eest! Спасибо за внимание!

Tänan Irina Andrejeva Спасибо Ирина Андреева