



**Eesti-Venemaa piiriveekogude seisund 2014. a.
Eesti riikliku seire andmetel**
Ago Jaani
Keskkonnaministeerium

**Состояние Эстонско-Российских
трансграничных водоемов в 2014 г.
по данным государственного мониторинга
Эстонии**

Ago Яани
Министерство окружающей среды Эстонии

Peterburi, 06.10.2015
Санкт-Петербург, 06.10.2015

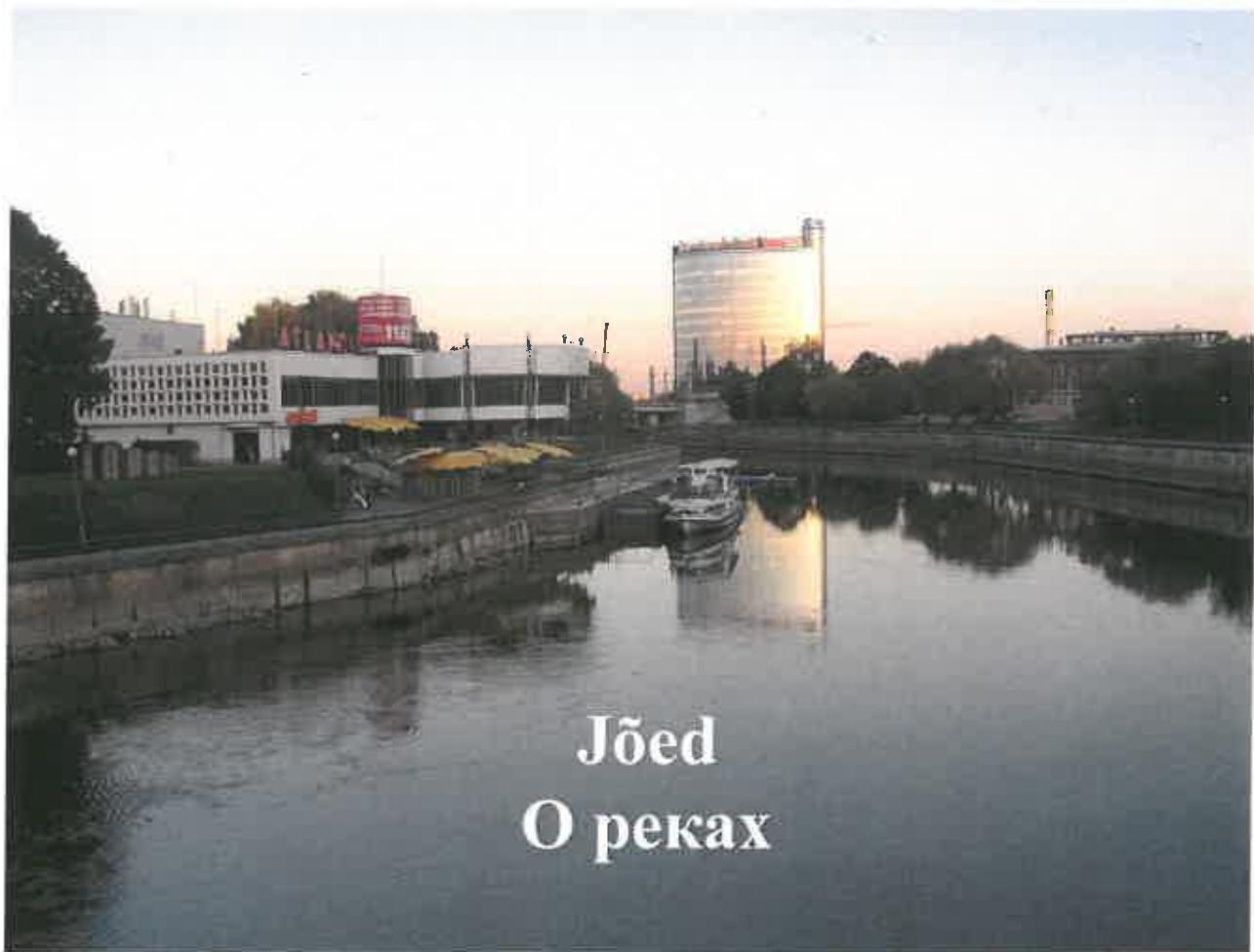
**Esitluses kasutatud materjalide autorid:
Авторы материалов, использованных в представлении:**

Peeter Ennet, Keskkonnaagentuur
Пеэттер Эннет, Агентство окружающей среды

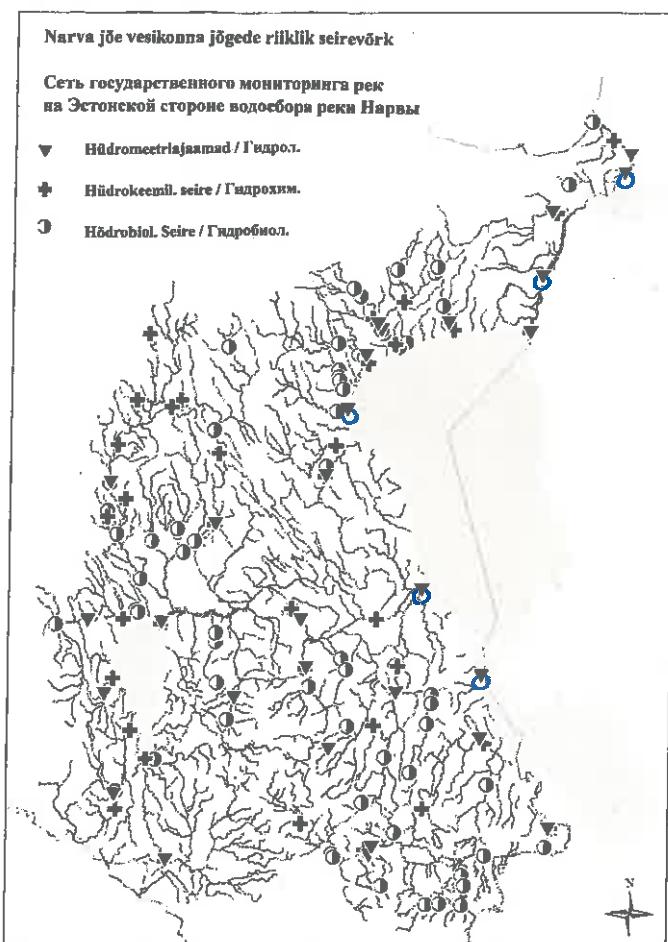
Enn Loigu, Tallinna Tehnikaülikool
Энн Лойгу, Таллинский Технический университет

Marina Haldna, Olga Tammeorg , Eesti Maaülikool
Марина Халдна, Ольга Таммеорг, Эстонский университет естественных
наук

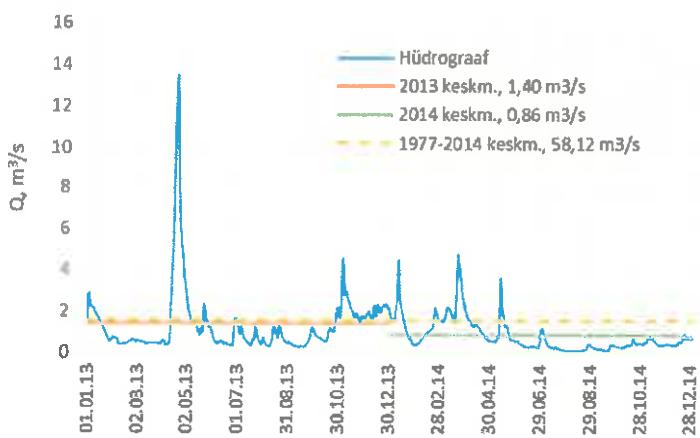
Külli Kangur, Eesti Maaülikool
Кюлли Кангур, Эстонский университет естественных наук



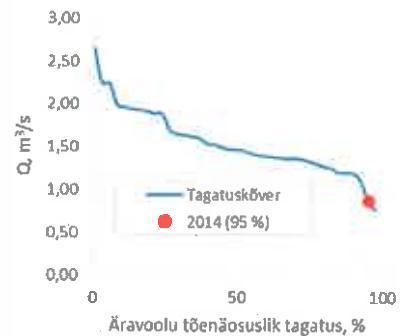
Jõed О реках



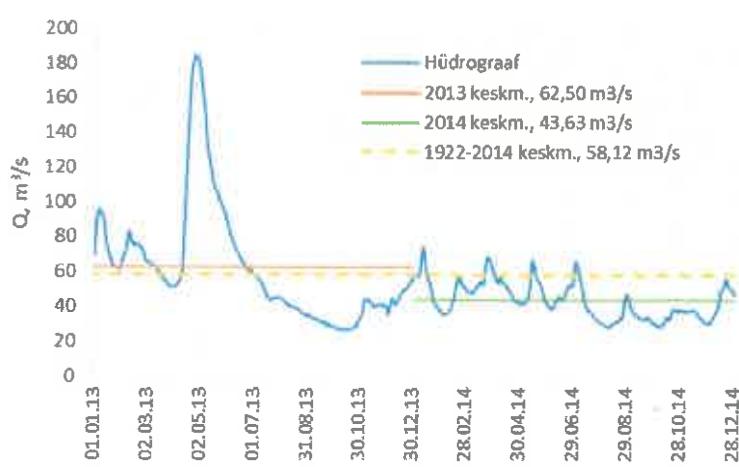
Alajõe ärvool Alajõe seirejaama lävendis 2013-2014



Alajõgi, Alajõe



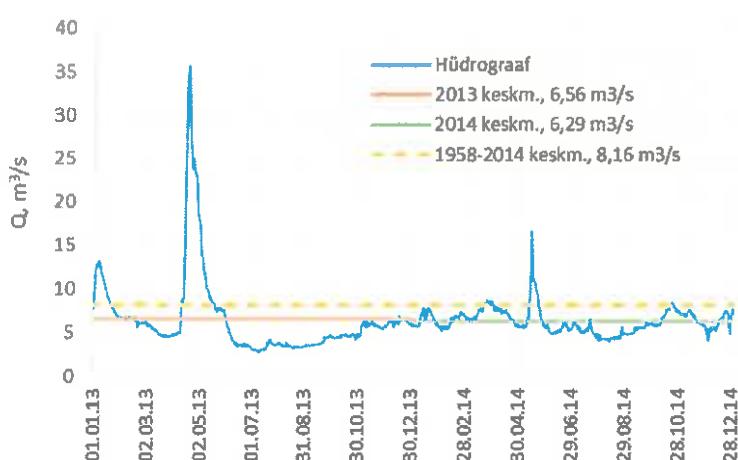
Emajõe ärvool Tartu seirejaama lävendis 2013-2014



Emajõgi, Tartu



Võhandu ärvool Räpina seirejaama lävendis 2013-2014



Võhandu, Räpina

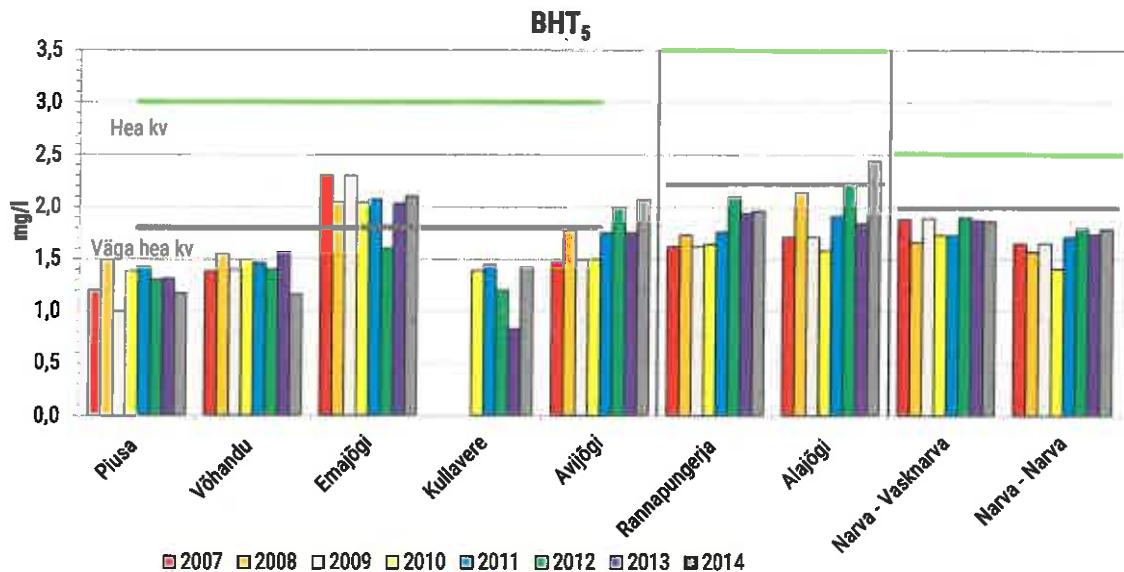


Veekvaliteedi klassid Peipsisse suubuvates jõgedes ja Narva jões 2014.a.

Классы качества воды в реках, впадающих в Чудское озеро и в реке Нарва 2014 г.

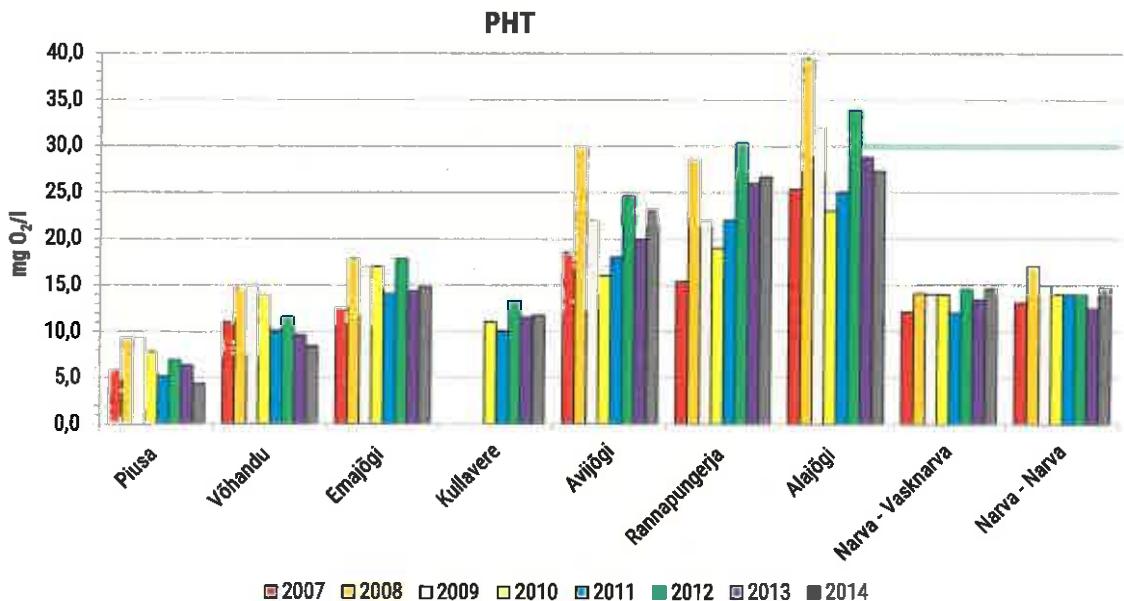
Lävendi ID	Seirejõgi-Lävend	Tüüp	O2% %	BHT ₅ mgO2/l	NH ₄ mgN/l	N-tuld mg/l	P-tuld mg/l	pH	Üldseisund
1	Piusa - Värska-Saatse rmt.	2B	81,8	1,17	0,048	0,78	5,06	7,56	24
3	Võhandu - Himmiste	2B	84,3	1,24	0,073	0,88	5,03	7,49	24
4	Võhandu - Räpinast allav.	3B	77,7	1,16	0,079	0,86	5,02	7,61	29
11	Emajõgi - Rannu-Jõesuu	3B	89,8	3,07	0,079	1,00	0,087	8,14	20
12	Emajõgi - Tartu Kvissental	3B	79,0	1,43	0,062	2,18	0,043	7,86	29
13	Emajõgi - Kavastu	3B	72,6	2,26	0,065	1,16	0,051	7,85	21
24	Ahja - Kiidjärve	2B	81,8	1,56	0,075	1,33	0,080	7,75	26
25	Ahja - Lääriste sild	2B	83,2	1,52	0,080	1,20	0,047	7,82	24
27	Avijõgi - Mulgi	2B	70,8	2,97	0,303	2,84	0,015	7,78	20
30	Alajõgi - Griini Alajõe	2A	66,7	2,44	0,0699	0,73	0,038	7,32	24
31	Narva - Vasknarva	IV	77,8	1,66	0,052	0,52	0,020	7,48	24
32	Narva - Narvast allavoolu	IV	73,5	1,79	0,054	0,55	0,020	7,31	24
66	Võhandu - Kärgula	1B	73,8	1,29	0,060	0,70	0,037	7,19	29
67	Kullavere - Tartu Mustvee rmt sild	2B	76,1	1,42	0,067	1,03	0,034	7,75	24
68	Rannapungerja - Lemnaku	2A	68,4	1,60	0,054	0,48	0,019	7,58	20

Aastane keskmise BHT_5 sisalduse (mgO₂/l) Peipsisse suubuvates jõgedes ja Narva jões 2007-2014 Среднегодовое содержание БПК₅ (мгО₂/л) в реках впадающих в Чудское озеро и в реке Нарва 2007-2014

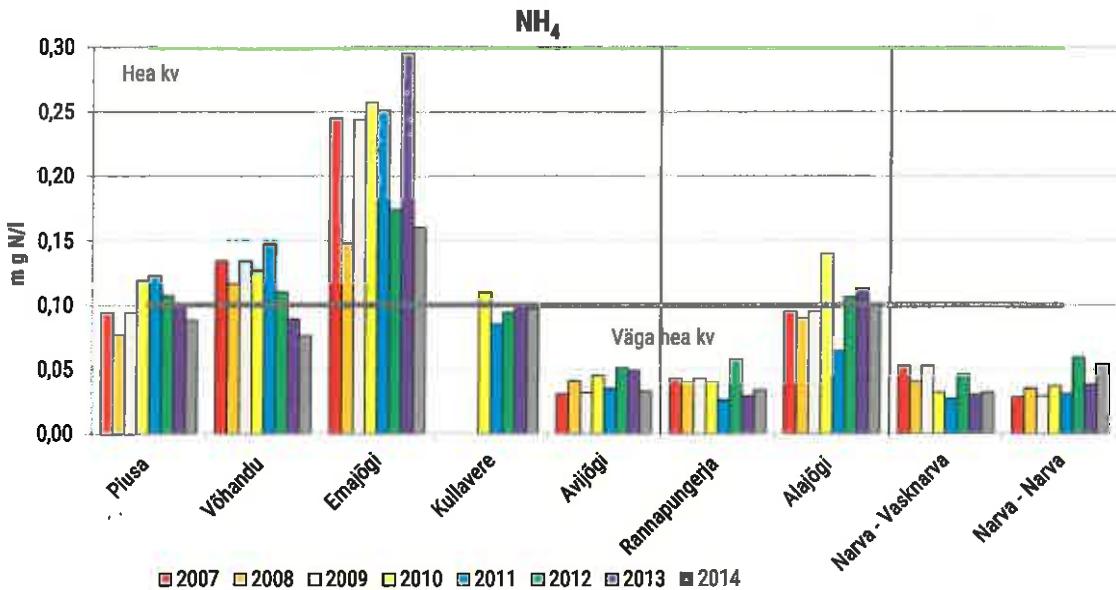


Aastane keskmise PHT sisalduse ($\text{mg O}_2/\text{l}$) Peipsisse suubuvates jõgedes ja Narva jões 2007-2014

Среднегодовое содержание ПО (мгО₂/л) в реках впадающих в Чудское озеро и в реке Нарва 2007-2014

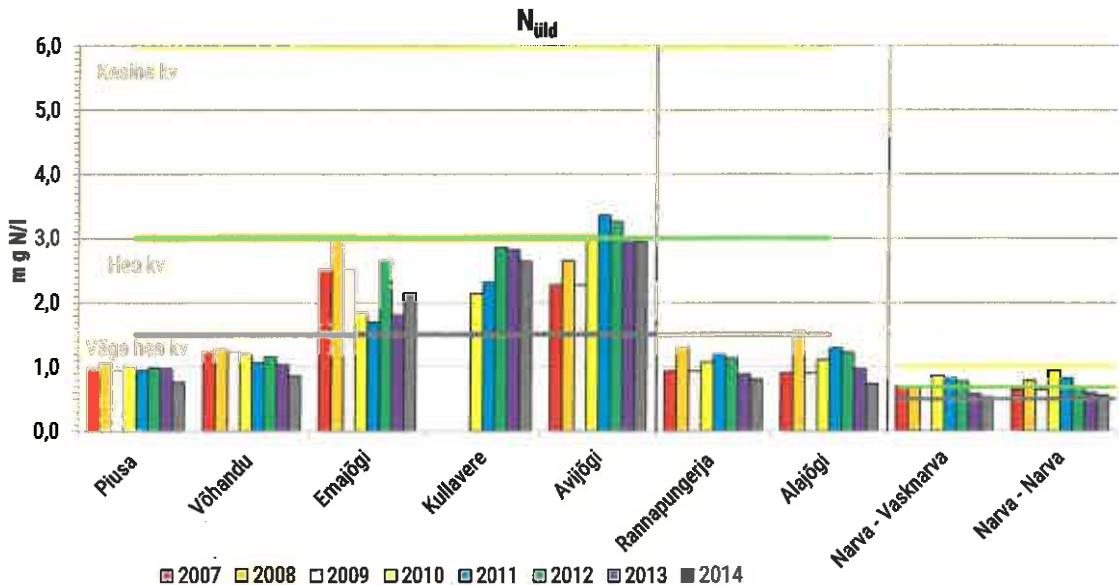


**Aastane 90% NH₄ sisaldus (mgN/l) Peipsisse suubuvates jõgedes ja Narva jões
2007-2014**
**Годовое 90% содержание NH₄ (мгN/л) в реках, впадающих в Чудское
озеро,
и в реке Нарва 2007-2014**



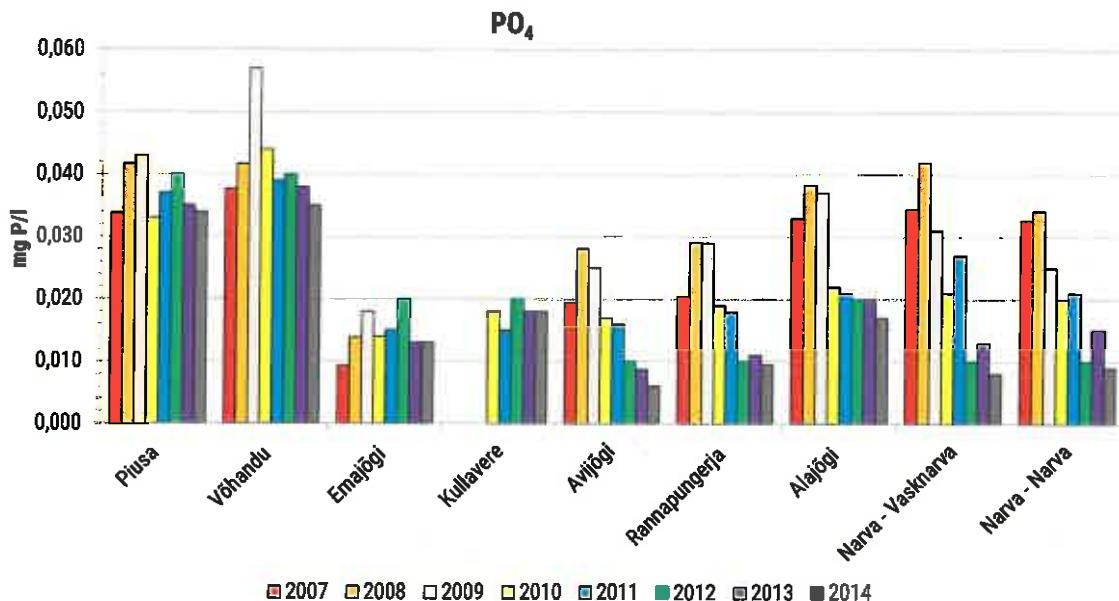
**Aastane keskmene N_{üld} sisaldus (mgN/l) Peipsisse suubuvates jõgedes
ja Narva jões 2007-2014**

**Средне годовое содержание N_{общ} (мгN/л) в реках, впадающих в
Чудское озеро, и в реке Нарва 2007-2014**



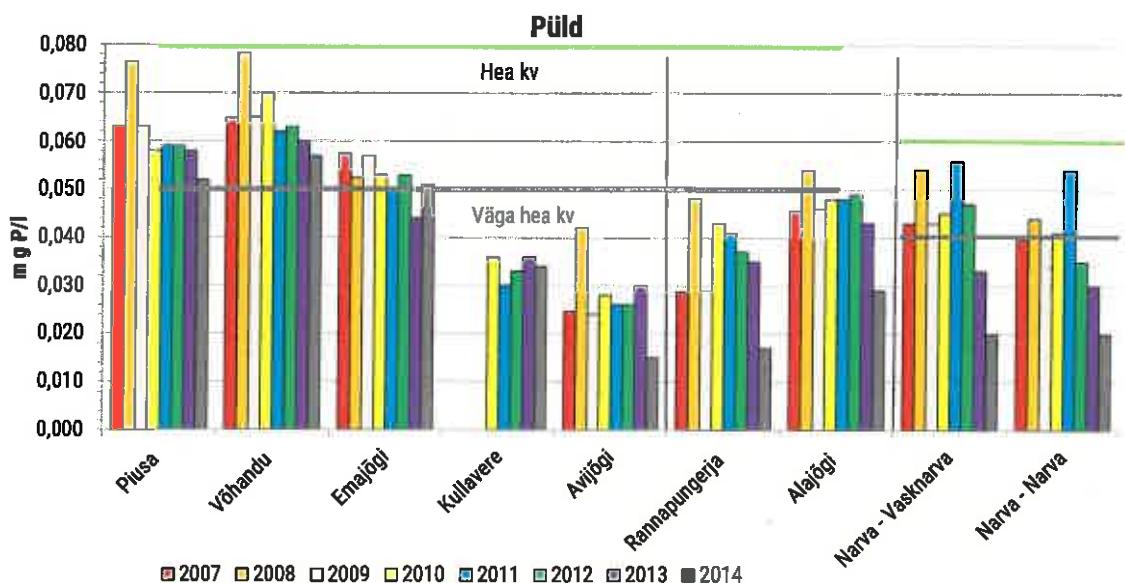
Aastane keskmise PO_4 sisaldus (mgP/l) Peipsisse suubuvates jõgedes ja Narva jões 2007-2013

Средне годовое содержание PO_4 (мгР/л) в реках, впадающих в Чудское озеро, и в реке Нарва 2007-2013

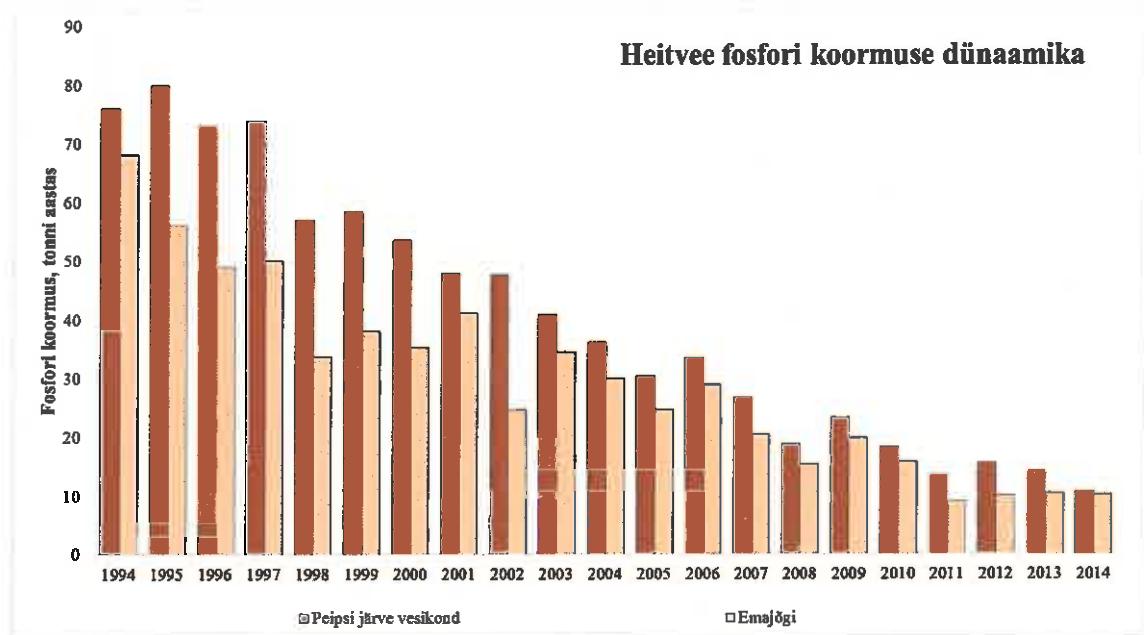


Aastane keskmise $\text{P}_{\text{üld}}$ sisaldus (mgP/l) Peipsisse suubuvates jõgedes ja Narva jões 2007-2014

Средне годовое содержание $\text{P}_{\text{общ}} - \text{вал.}$ (мгР/л) в реках впадающих в Чудское озеро и в реке Нарва 2007-2014

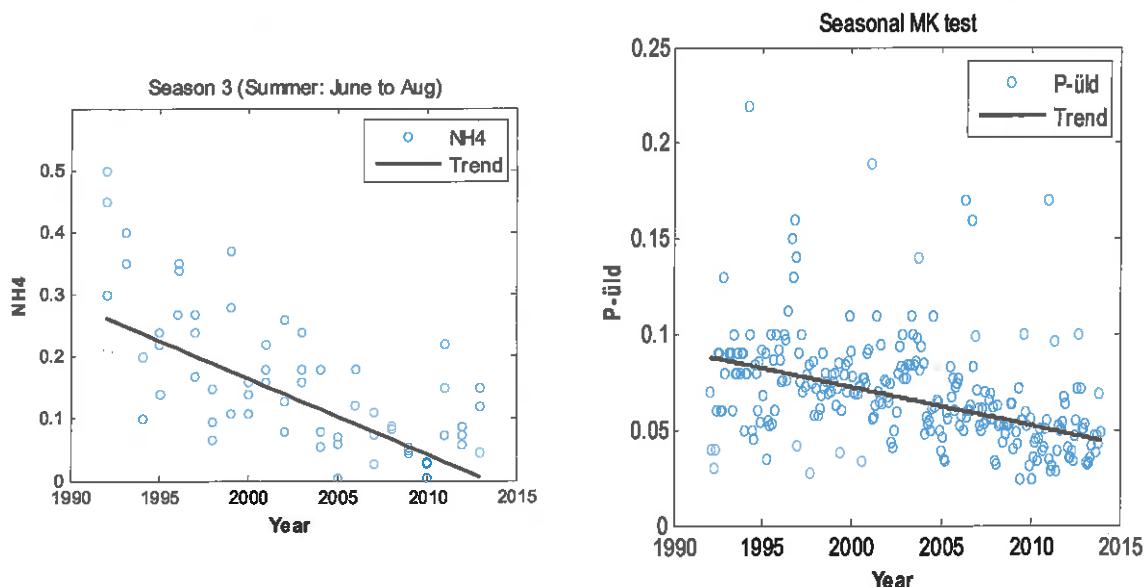


Heitvee fosfori koormuse dünaamika 1994-2014 Динамика нагрузки фосфора за 1994–2014 гг.



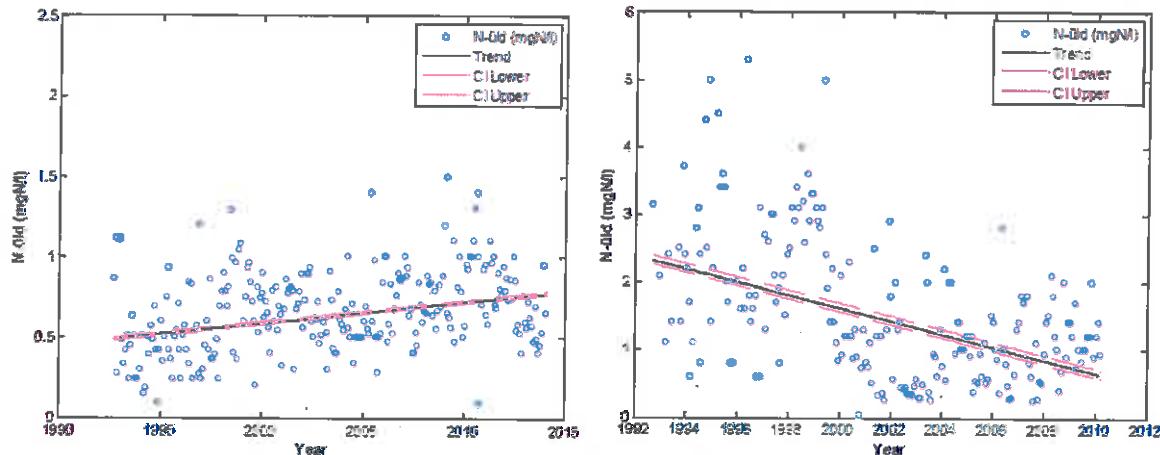
Emajõgi-Kavastu NH4 (suveperiood) ja Püld (aastane trend)

Многолетние тренды динамики NH4 (летний период) и Ptot (год) р. Эмайыги-д.Кавасту



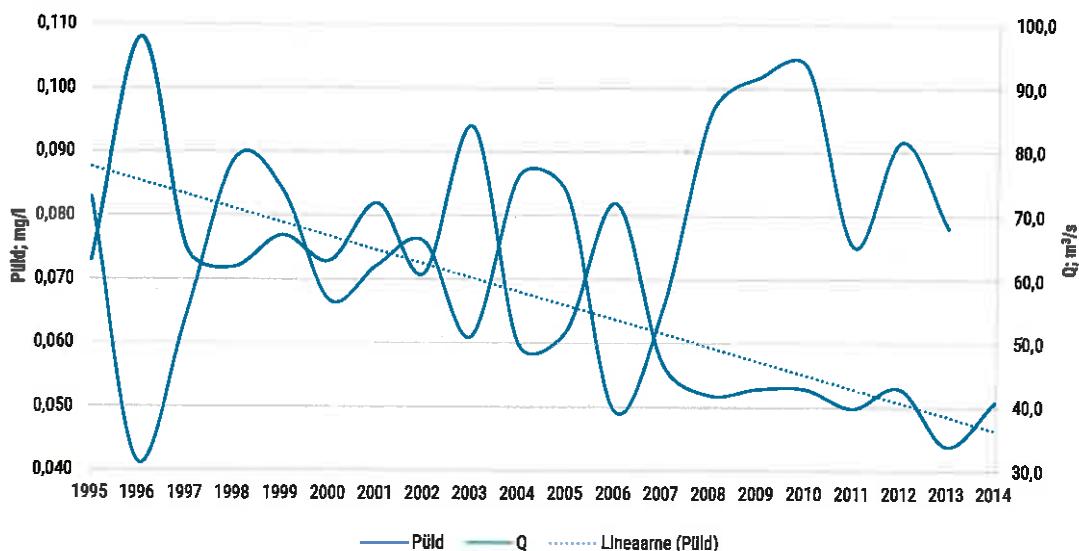
Narva – Narva(suue) ja RanNnapungerja (suue) üldlammastiku trend aastail 1993-2012

Тренды динамики Ntot pp. Нарва (устье) и Раннапунгерья 1993-2012

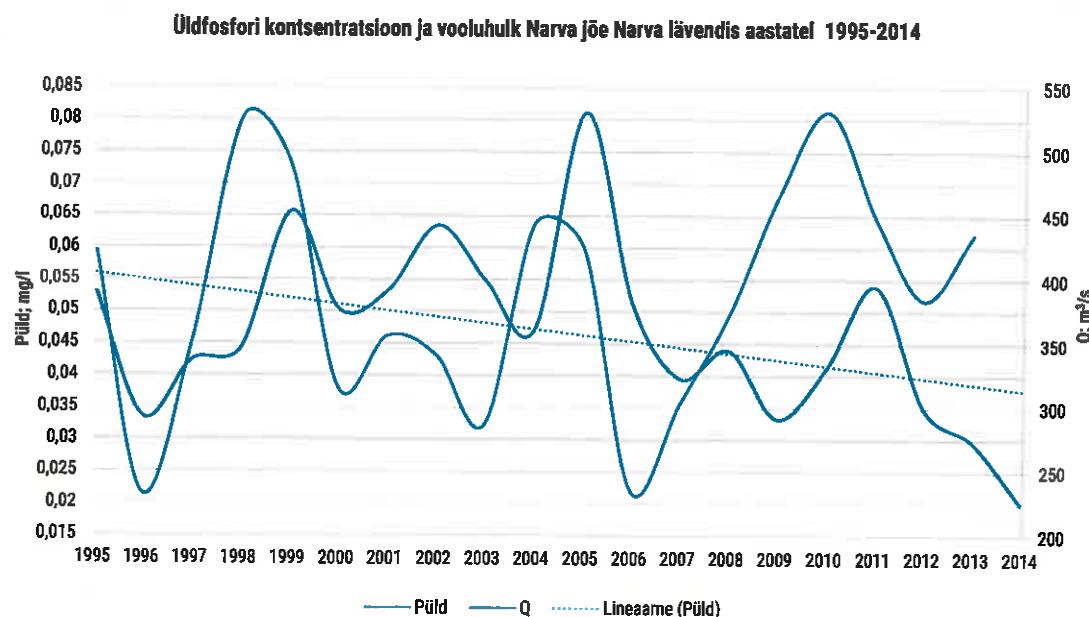


р. Эмайыги – д. Кавасту концентрация общего фосфора и расход воды

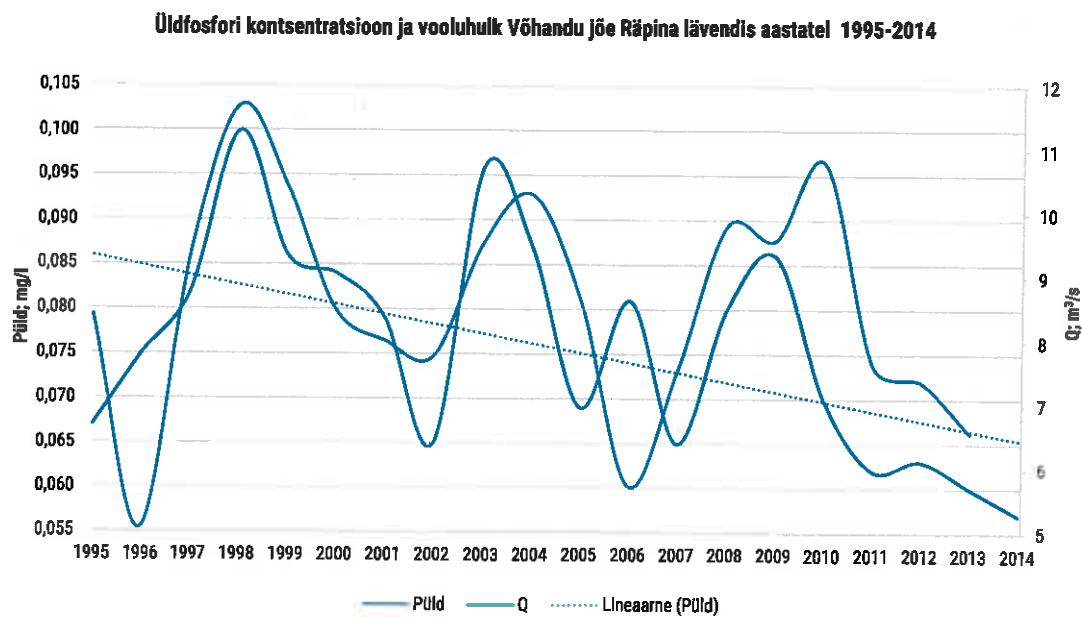
Üldfosfori kontsentratsioon ja vooluhulk Emajõe Kavastu lävendis aastatel 1995-2014



р.Нарва – г.Нарва концентрация общего фосфора и расход воды



р. Выханду – г.Ряпина, концентрация общего фосфора и расход воды



**Raskmetallide sisaldus Peipsisse suubuvates jõgedes ja Narva jões 2013.a.
Состав тяжелых металлов в реках впадающих в Чудское озеро и в реке
Нарва 2013 г.**

Jõgi	Cu	Cd	Cr	Pb	Zn	Ni	Hg	Mn
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Emajõgi	<1-4(12)	<0,02(12)	<0,5-0,5(12)	0,18-0,56(12)	<1-13(12)	0,13-0,62(12)	<0,005-0,015(12)	93(1)
Piusa	<1-3(4)	<0,02(4)	<0,5(4)	<0,1-0,26(4)	2,6-7,2(4)	0,17-0,34(4)	<0,015(4)	
Võhandu	1,1-4,3(4)	<0,02(4)	<0,5(4)	0,1-0,13(4)	2-5,2(4)	0,21-0,32(4)	<0,015(4)	
Kullavere	1,4-3,3(4)	<0,02-0,02(4)	<0,5(4)	<0,1-0,22(4)	1-4,8(4)	0,39-0,86(4)	<0,015(4)	
Rannapungerja	<1-1,1(4)	<0,02-0,05(4)	<0,5-0,59(4)	<0,1-0,32(4)	<1-3,7(4)	0,47-1,3(4)	<0,015(4)	75(1)
Narva-Vasknarva	<1-11(4)	<0,02-0,26(4)	<0,5-9,5(4)	<0,1-8,9(4)	<1-44(4)	<0,1-4,2(4)	<0,015(4)	258(1)
Narva-Narva	<1-9(12)	<0,02-0,08(12)	<0,5-0,53(12)	<0,1-0,9(12)	<1-23(12)	<0,1-14(12)	<0,015(12)	68(1)
EQS	15	≤ 0,08 - 0,25	5	7,2	10	20	0,05	



Peipsi järv
О Чудско-Псковском озере

Õkoloogilise seisundi hindamise üldpõhimõtted

Общие принципы оценки экологического состояния

В Эстонии основываются на принципы Водной рамочной директивы (2000) и Регуляции министерства окружающей среды номер 44 (редакция 28.11.2010)

Чудско-Псковское озеро – площадь >1000 км², вода средней жёсткости, бедное хлоридами, нестратифицированное, светловодное озеро.

Гидрохимические показатели

Прозрачность воды (Secchi); азот валовый (Nвал), фосфор валовый (Рвал), соотношение компонентов Nвал : Рвал

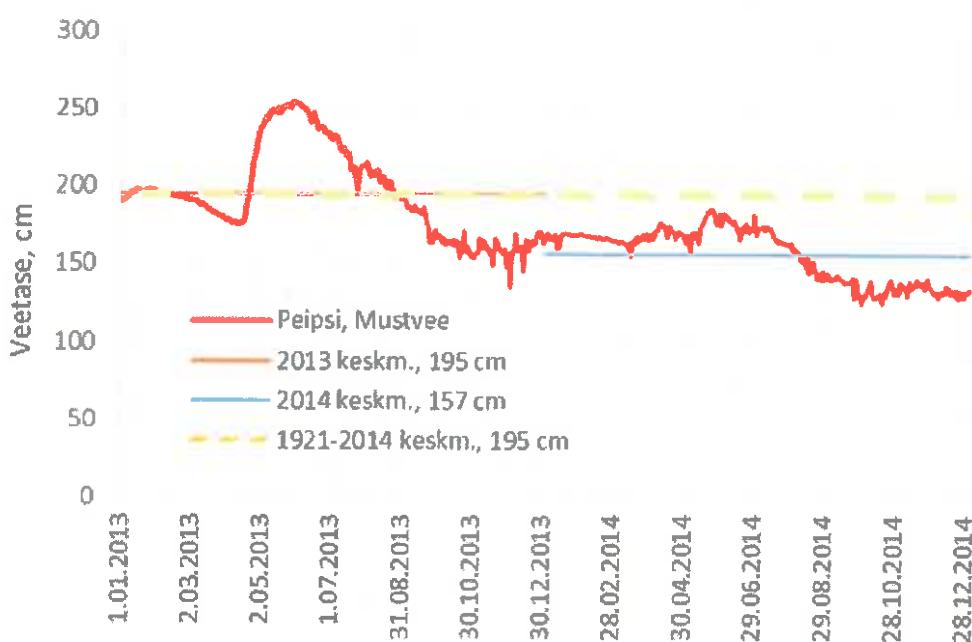
Гидробиологические параметры

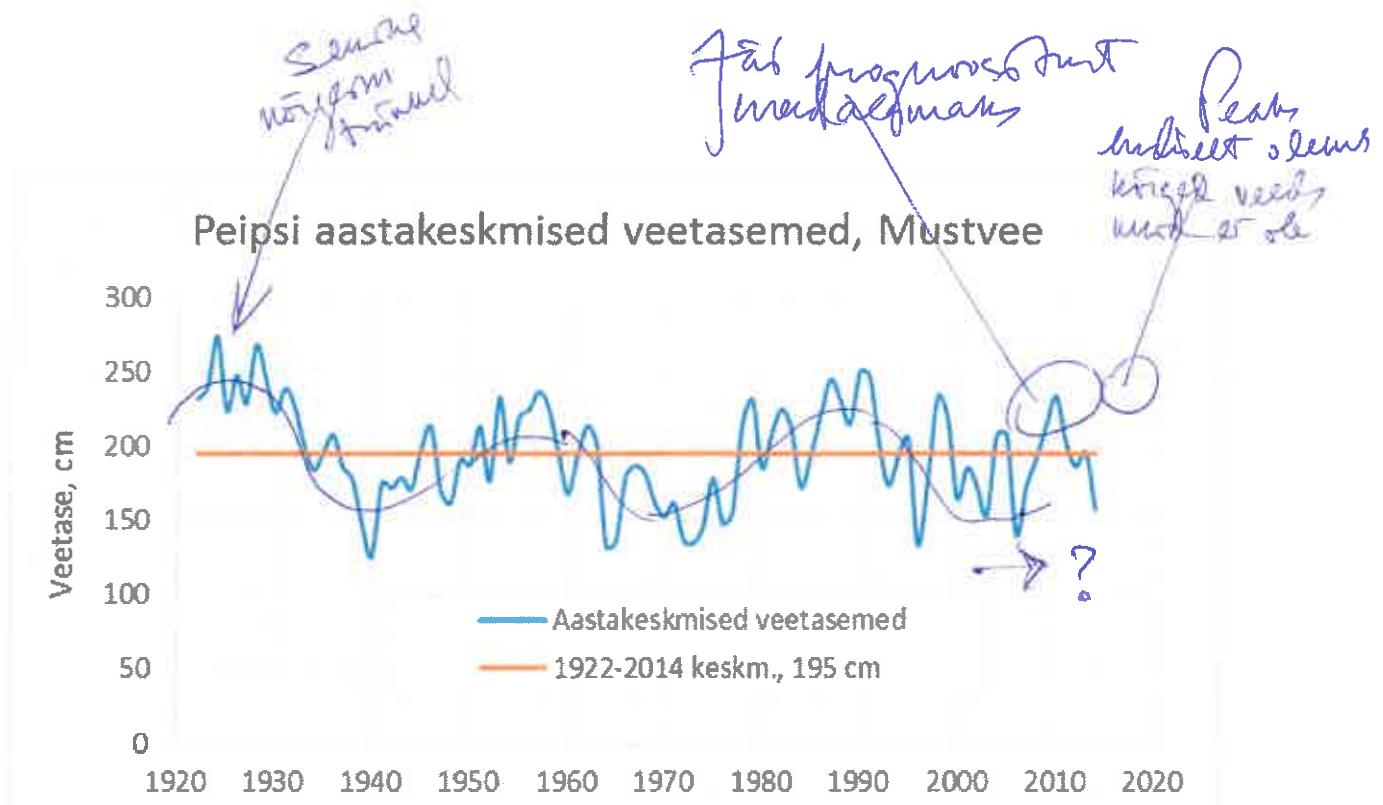
- ✓ Содержание хлорофилла-а (Chla)
- ✓ Фитопланктон общая биомасса, % биомассы сине-зелёных
- ✓ Показатели структуры сообщества макрофитов

Дополнительные параметры для оценки экологического состояния

- ✓ Зоопланктон (общая численность, общая биомасса, в том числе по основным группам – колоподы, кладоцеры, коловратки)
- ✓ Зообентос (общая численность, биомасса, в том числе по отдельным группам – олигохеты, хирономиды, моллюски, прочие)

Peipsi veetasemed Mustvee seirejaamas 2013-2014

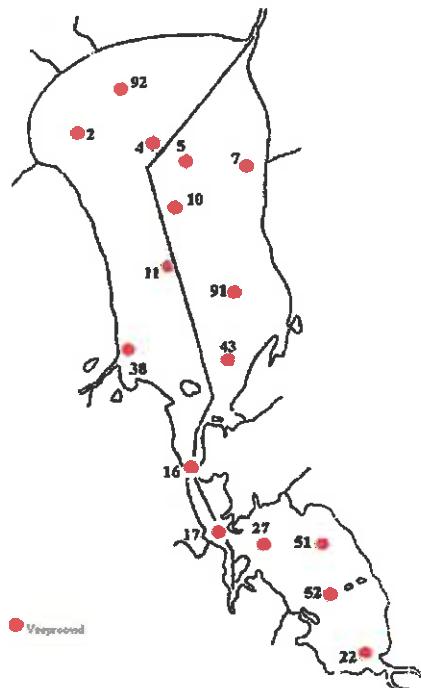




**Для Тёплого и Псковского озер установлены
отдельные границы класса состояния**

Показатель	Часть озера	хорошее	посредственное	плохое
Secchi läbipaistvus, м	Чудское	(3,5-2,5]	(2,5-1,5]	(1,5-1,0]
прозрачность IV-X	Псковское, Тёплое	(2,0-1,5]	(1,5-1,0]	(1,0-0,7]
Chl <i>a</i> , µg/l	Чудское	(3-8]	(8-20]	(20-38]
IV - X	Псковское, Тёплое	(6-13]	(13-37]	(37-75]
Fütoplanktoni biomass, mg/l	Чудское	(1-2,6]	(2,6-9,4]	(9,4-17,3]
Биом. фитопл. IV-X	Псковское, Тёплое	(2,6-6,4]	(6,4-16,1]	(16,1-37]
Sinivetikate % biomassis	Чудское	(3-20]	(20-60]	(60-82]
% биом. сине-зелёных VII-IX	Псковское, Тёплое	(7-37]	(37-70]	(49-79]
Üldfosfor TN, µg/l	Чудское	(17-25]	(25-49]	(60-82]
фосфор валов. IV-X	Псковское, Тёплое	(30-50]	(50-85]	(85-135]
Üldlämmastik TP, µg/l	Чудское	(300-510]	(510-890]	(890-1300]
азот валовый IV-X	Псковское, Тёплое	(490-720]	(720-1200]	(1200-1600]
TN : TP , Nвал : Pвал	Чудское	(50-28]	(28-13]	(13-7]
IV-X	Псковское, Тёплое	(38-19]	(19-10]	(10-6,5]

Краткий обзор мониторинга Чудско-Псковского озера



Регулярная программа мониторинга Чудско-Псковского озера на Эстонской акватории проводится с 1997 по 2014 шесть раз в год (май-октябрь), пункты наблюдения (станция): 5 - на Чудском и 2 - на Тёплом озере

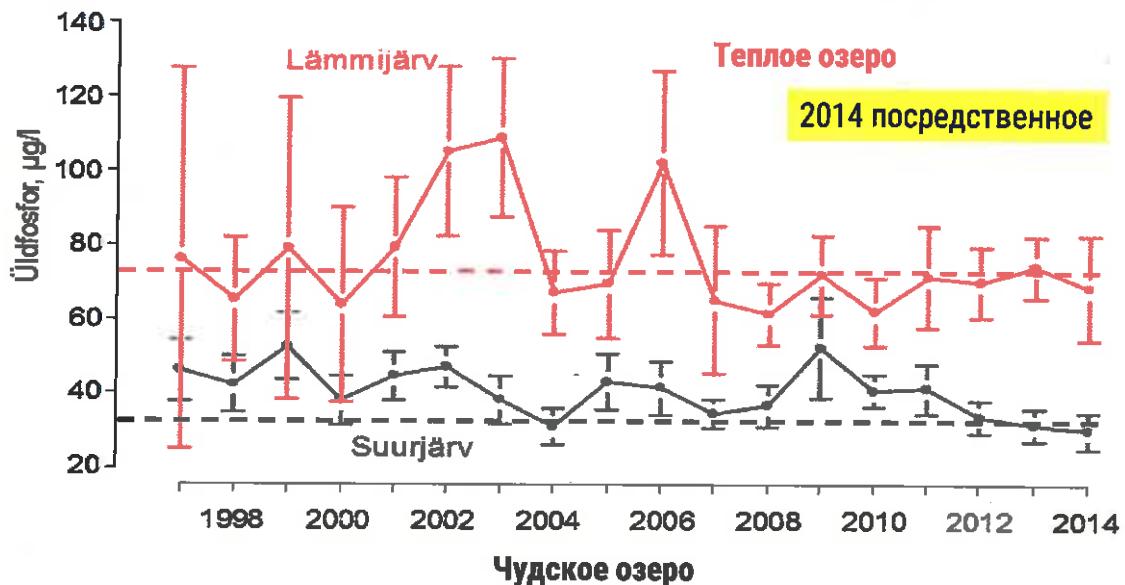
Совместная программа мониторинга трансграничных водных объектов бассейна реки Нарва, включая Чудско-Псковское озеро, разработана на основании Соглашения между правительствами РФ и ЭР о сотрудничестве в области охраны и рационального использования трансграничных вод, заключённого в Москве 20 августа 1997 г. в соответствии с Конвенцией по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер от 17 марта 1992 года.

Совместные Российско-Эстонские экспедиции в марте и в августе с 2003, пункты наблюдения: 10 - на Чудском, 2 - на Тёплом и 4 - на Псковском озере.

Ülevaade Peipsi järve Eesti riikliku seire tulemustest

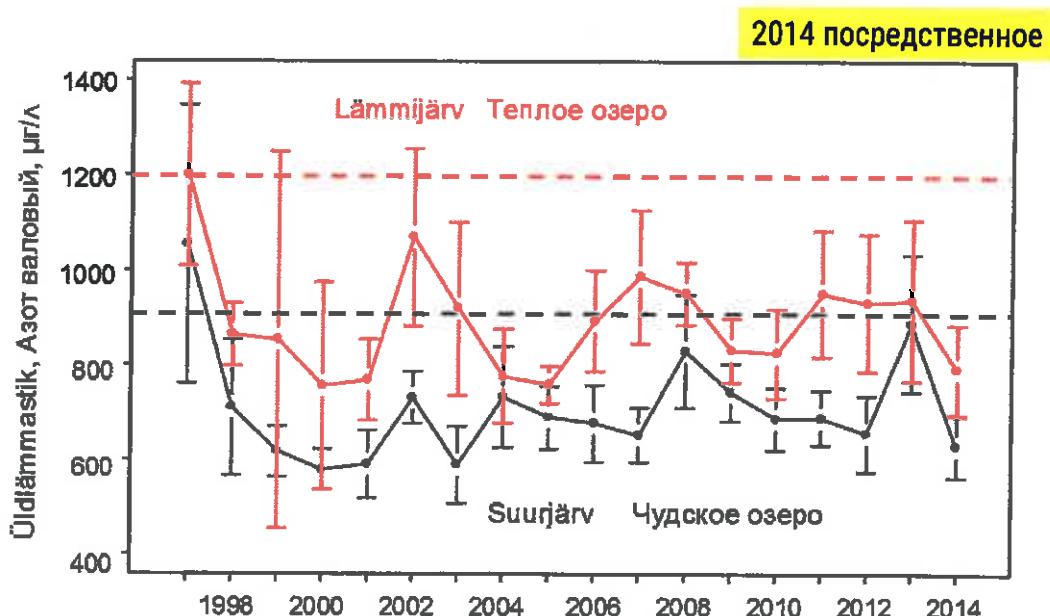
**Обзор результатов
государственного мониторинга
Эстонии на Чудском озере**

Оценка экологического состояния по концентрации валового фосфора



Средние с 95% доверительным интервалом
Пунктиры – максимальный уровень посредственного

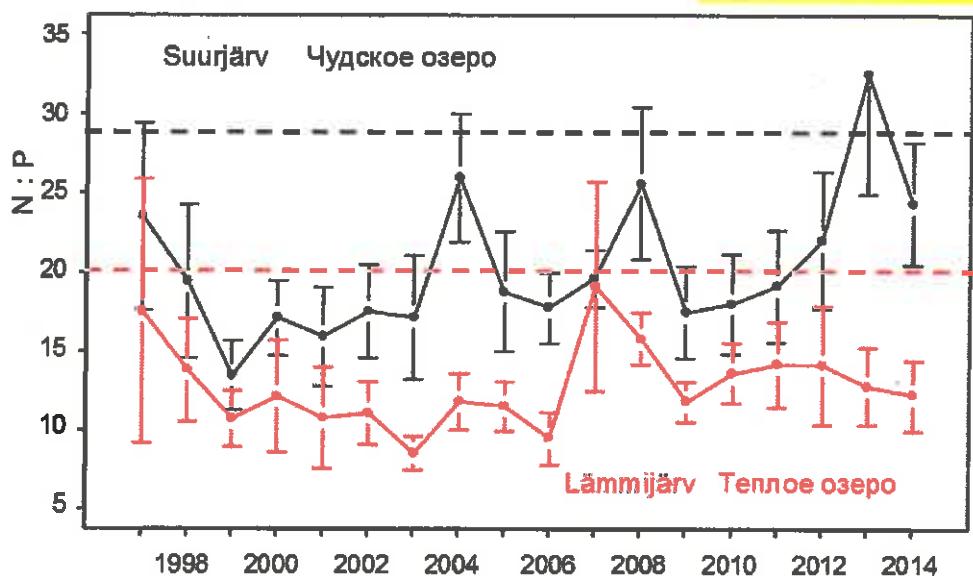
Оценка экологического состояния по концентрации валового азота



Средние с 95% доверительным интервалом
Пунктиры – максимальный уровень посредственного

Оценка экологического состояния по соотношению азот : фосфор

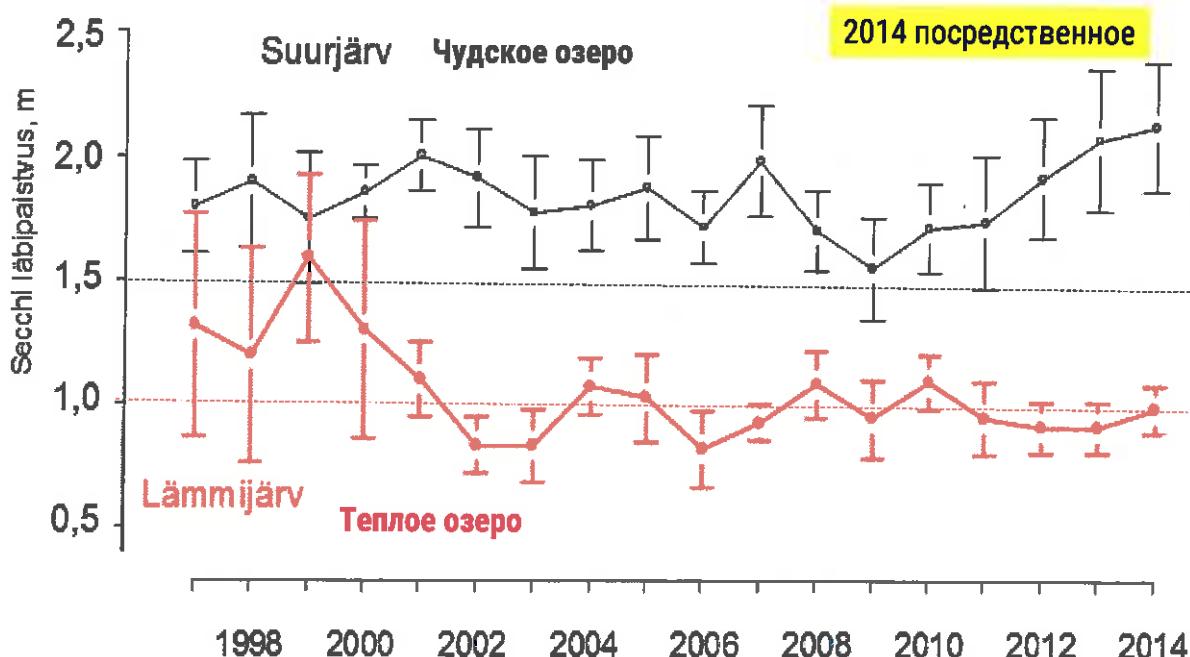
2014 посредственное



Средние с 95% доверительным интервалом
Пунктиры – максимальный уровень посредственного

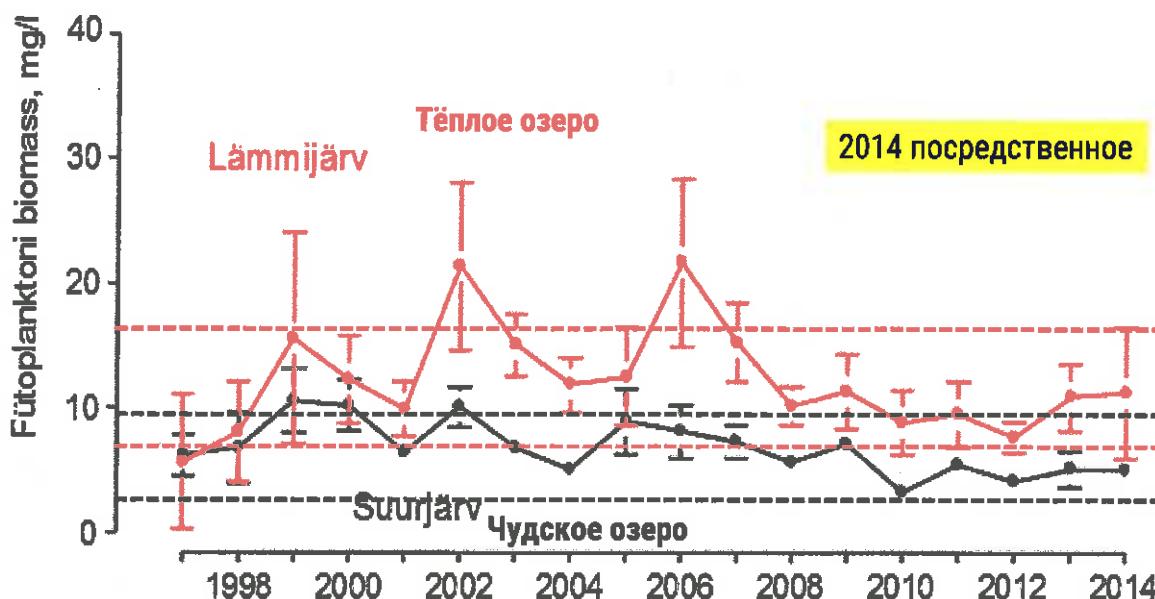
Оценка экологического состояния по прозрачности

2014 посредственное



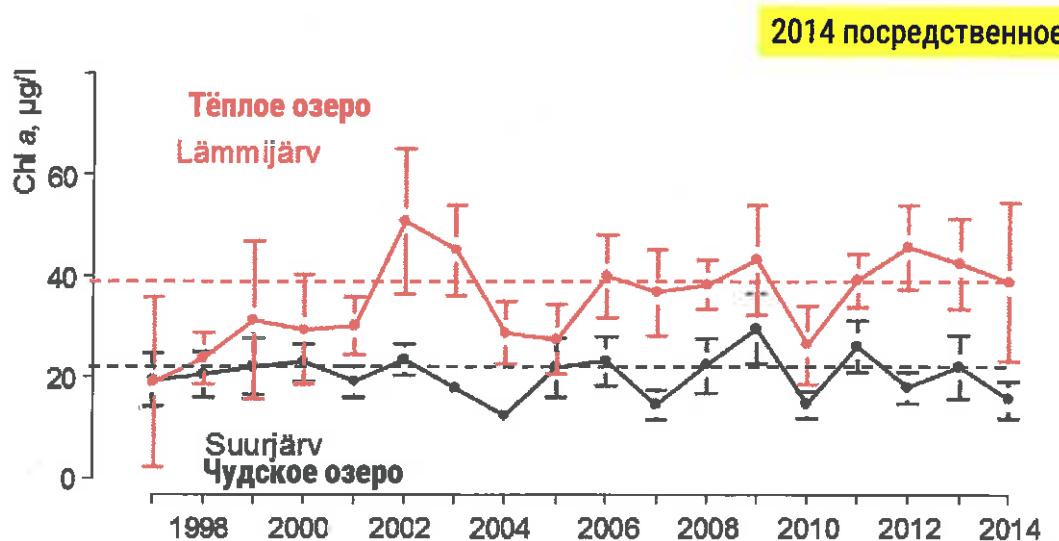
Средние с 95% доверительным интервалом
Пунктиры - начальный уровень посредственного

Оценка экологического состояния по биомассе фитопланктона



Средние с 95% доверительным интервалом
Пунктиры - границы посредственного уровня

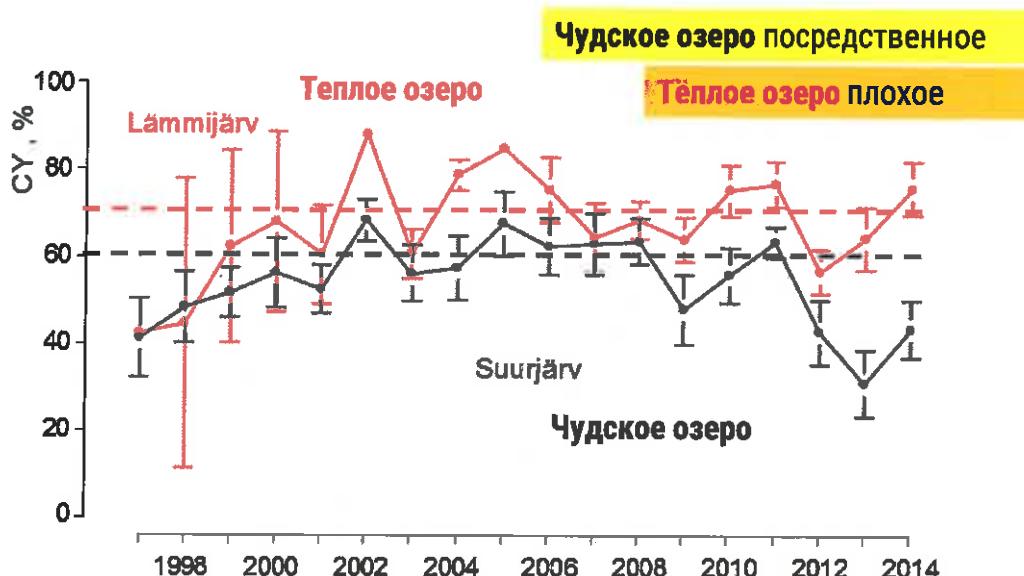
Оценка экологического состояния по содержанию хлорофилла «а»



Средние с 95% доверительным интервалом
Пунктиры - границы посредственного уровня

Оценка экологического состояния по проценту сине-зелёных водорослей

2014



Средние с 95% доверительным интервалом
Пунктиры - начальный уровень плохого состояния

Изменения в пропорции отдельных групп зоопланктона за период мониторинга



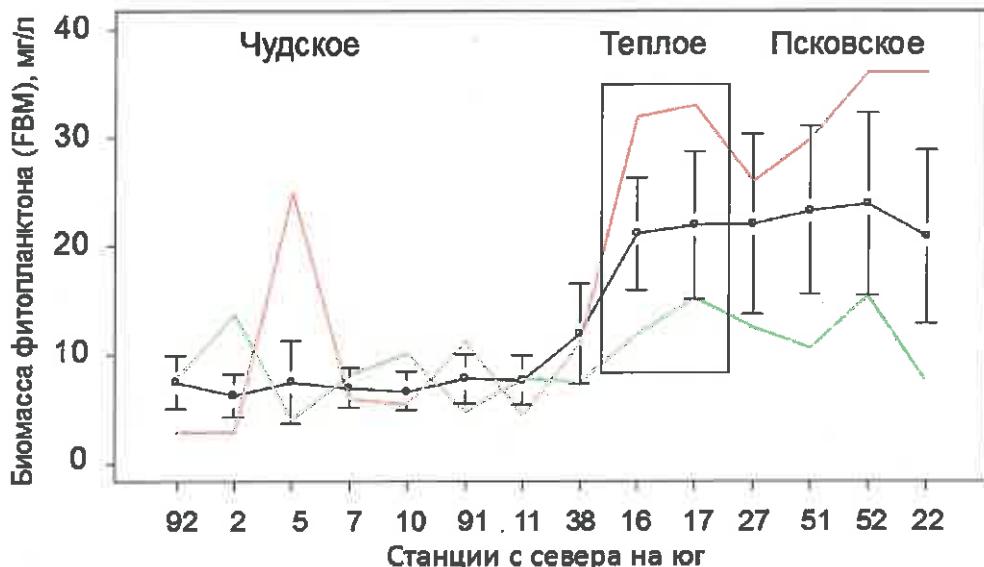
Peipsi järve seire Eesti-Vene ühisekspektsioonidest

Совместные Российско-Эстонские экспедиции по мониторингу Чудско-Псковского озера

**Экологическое состояние Чудского, Тёплого и Псковского
озёр по данным августа согласно Эстонской классификации**

параметр	единица	Чудское озеро		Теплое озеро		Псковское озеро	
		2003-2013	2014	2003-2013	2014	2003-2013	2014
TP	µг/л	42	43	94	99	126	164
TN	µг/л	649	538	1041	1049	1121	1170
TN:TP		15.5	12.6	11.1	10.5	8.9	7.1
Secchi	м	1.6	1.6	0.8	0.8	0.6	0.6
Chl a	µг/л	20.0	19.7	56.1	95.6	61.5	98.8
FBM	мг/л	6.5	6.4	19.0	32.5	18.5	31.8
CY:FBM	%	51.1	47.7	69.8	85.3	65.8	85.3
ZB	мг/л	1.0	0.5	1.2	1.6	1.2	0.8
ROT	%	37.2	65.1	40.1	82.2	34.6	66.2

Результаты совместных Российско-Эстонских экспедиций в августе: 2003-2012 - черная, 2013 - зеленая, 2014 - красная линия



Тёплое и Псковское озёра особенно чувствительны к изменениям погодных условий.
В августе 2014 г. вода была теплее ($22,3^{\circ}\text{C}$), чем в августе 2013 г. ($19,8^{\circ}\text{C}$)

Результаты мониторинга макрозообентоса



✓ Видовой состав, долголетние средние значения численности и биомассы зообентоса в озере довольно высокие (средние 2400 экз. м^{-2} и 12 г м^{-2}) и стабильные. В 2014 году численность была 2420 экз. м^{-2} и биомасса 24 г м^{-2} , крупных моллюсков была два раза меньше чем в предыдущие годы.

✓ Существенных различий по квантитативным параметрам зообентоса между частями озера не нашли. В 2014 году во Псковском озере было больше личинок хирономид, и их численность варьировалась больше.



Dreissena polymorpha



Chironomus plumosus

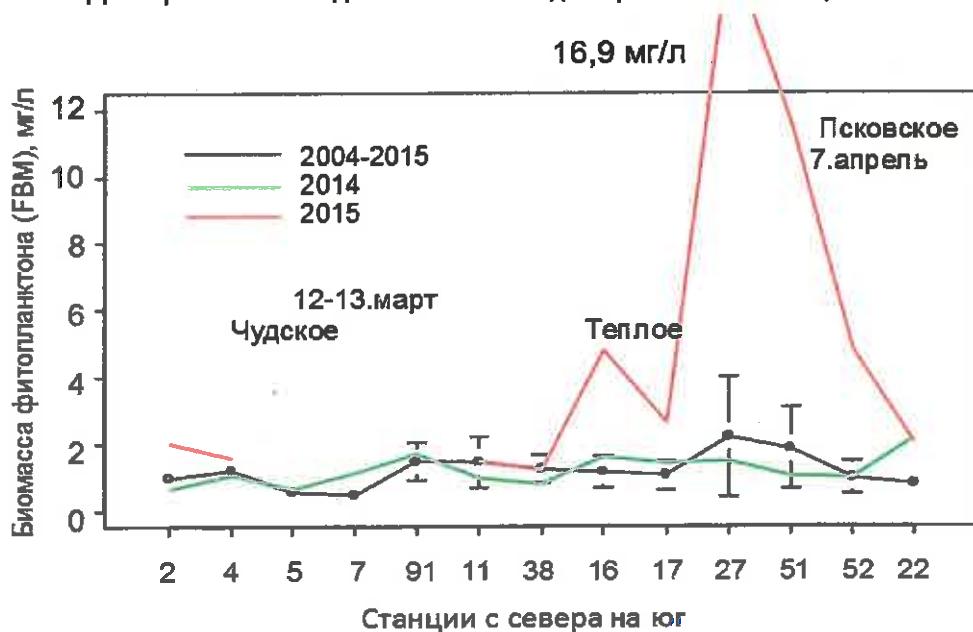
Совместные зимние экспедиции в 2014, 2015



Необыкновенно мягкие зимы

Совместные зимние экспедиции в 2014, 2015

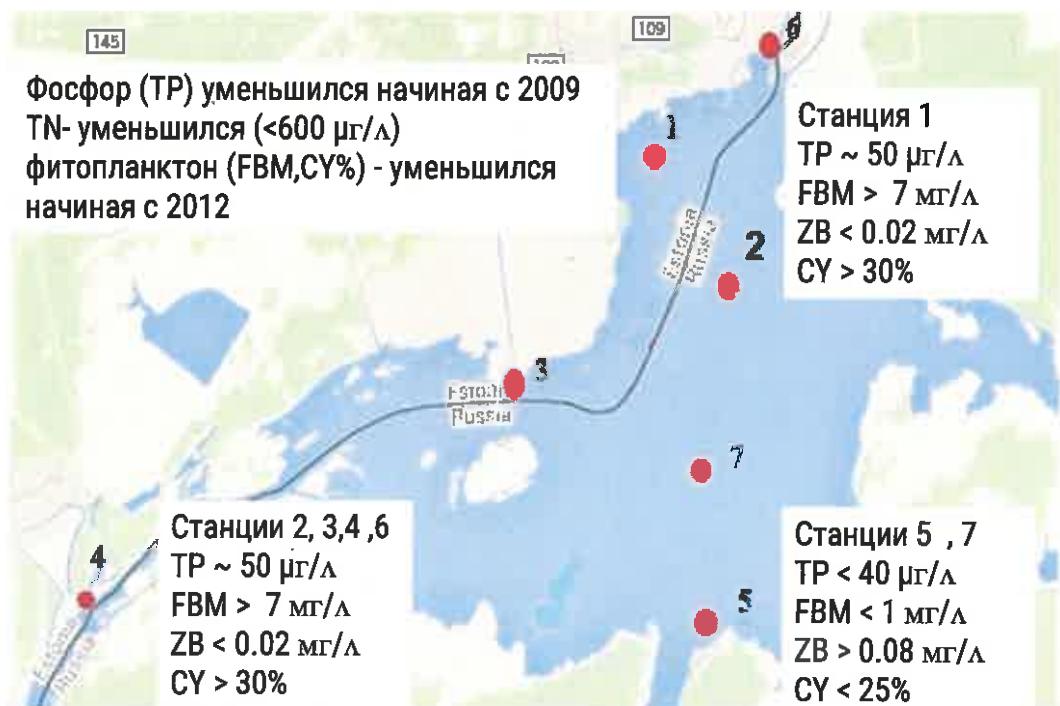
Для сравнимости данных важен одновременный отбор данных!





Narva veehoidla О Нарвском водохранилище

Состояние Нарвского водохранилища
26 августа 2014 (совместная экспедиция)



Kokkuvõte 1. Заключение 1.

- В Чудском озере есть некоторые признаки улучшения состояния (тенденции к уменьшению конц Рвал, биомассы фитопланктона, увеличению прозрачности и N:P). И тем не менее, по всем показателям состояние Чудского озера в 2014 г. остаётся на уровне предыдущих лет мониторинга и оценивается как «посредственное».
- В Тёплом озере лишь % биомассы сине-зелёных в 2014 г. (76 %) поднялся выше уровня долговременного среднего (69 %) → состояние «плохое» по данному показателю.

Kokkuvõte 2. Заключение 2.

- В августе состояние озера значительно хуже, чем в остальное время вегетационного периода.
- В августе 2014 г. состояние Тёплого и Псковского озера по содержанию хлорофилла а и % сине-зелёных было значительно хуже (состояние «очень плохое»), чем в августе в среднем (состояние «плохое»).
- Погодные условия значительно влияют на экологическое состояние.
- Пробы из разных частей озера необходимо отбирать одновременно – значимость СОВМЕСТНЫХ экспедиций!

Kokkuvõte 3. Заключение 3.

Оценить экологический потенциал Нарвского водохранилища соответствующим образом невозможно, поскольку данному водоёму нет аналогов, а также не исследуются важные компоненты экосистемы.

По всем показателям, состояние остаётся стабильным. Биомасса фитопланктона и синезелёных остаётся на умеренно эвтрофном уровне. Зоопланктона немного, и преобладают малые особи.

**Ühest kaugseire andmete kasutamise
võimalusest Peipsi järve seisundi hindamisel**

**Об одной возможности использования
данных дистанционного (спутникового)
зондирования для оценки состояния Чудско-
Псковского озера**

Suurjärvede ökoloogilise seisundi hindamiseks on vajalikud andmed fütoplanktoni primaarproduktiooni (PP) sesoonse ja ruumilise varieerumise kohta.

Для оценки экологического состояния больших озер необходимо данные о сезонных и пространственных вариациях первичной продукции (ПП) фитопланктона.

Suurjärvede nagu Peipsi puhul ilmnevad suured raskused primaarproduktiooni ruumilise ja ajalise varieerumise hindamisel. Traditsioonilised *in situ* mõõtmised ei võimalda saada vajalike andmeid üle kogu suurjärve.

Значительные трудности возникают когда пространственные и временные вариации первичной продукции изучаются на больших озерах. Традиционный отбор проб на месте не может обеспечить необходимые данные по всему озеру.

Lahenduseks võiks olla modelleerimise ja satelliidi andmete kombineerimine, kasutades mitmesuguseid satelliidi andmeid sisendina primaarproduktiooni mudelis.

Решение может быть объединить моделирование и спутниковые данные, путем использования различных спутниковых продуктов в качестве входных для первичного производства модели.

Modelling primary production in shallow well mixed lakes based on MERIS satellite data

Tuuli Kauer^{a,*}, Tilt Kutser^a, Helgi Arst^a, Thomas Danckaert^b, Tiina Nõges
Remote Sensing of Environment, 2015, 165, 253-261.



Kaugseire andmete kasutamine Peipsi-Pihkva järve seisundi hindamisel Использование данных дистанционного зондирования для оценки состояния Чудско-Псковского озера

Методика

Следует использовать данные о производительности фитопланктона с помощью спутникового зондирования (PP(sat)) и данные о производительности фитопланктона, полученные вручную (PP(*in situ*)).

Применение спутниковых данных для оценки производительности фитопланктона вручную (PP(*in situ*)) осуществляется с помощью метода ассимиляции ¹⁴C.

Применение спутниковых данных для оценки производительности фитопланктона вручную (PP(*in situ*)) осуществляется с помощью спутникового зондирования (MERIS).

Методика

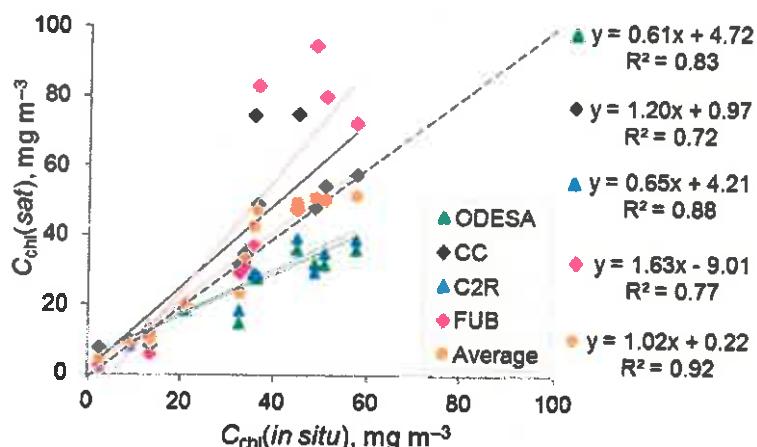
Для этой цели сравнили ПП (sat) с ПП (*in situ*) в двух больших озерах (Чудское и Выртсярв).

ПП (*in situ*) оценили на месте в озерах Чудском и Выртсярв используя технику ¹⁴C ассимиляции.

Полузадокументированная модель разработана Arst et al. (2008) была использована для расчета значений производительности фитопланктона в озерах. Спутниковые данные для модели - MERIS Imaging Spectrometer (MERIS) продукты.

Tulemused Результаты

Modelleerimise tulemused ühtsid üldjoontes kohapeal mõõdetud tulemustega. В Чудском озере результаты моделирования следовали как правило той же схеме как измерения на месте.

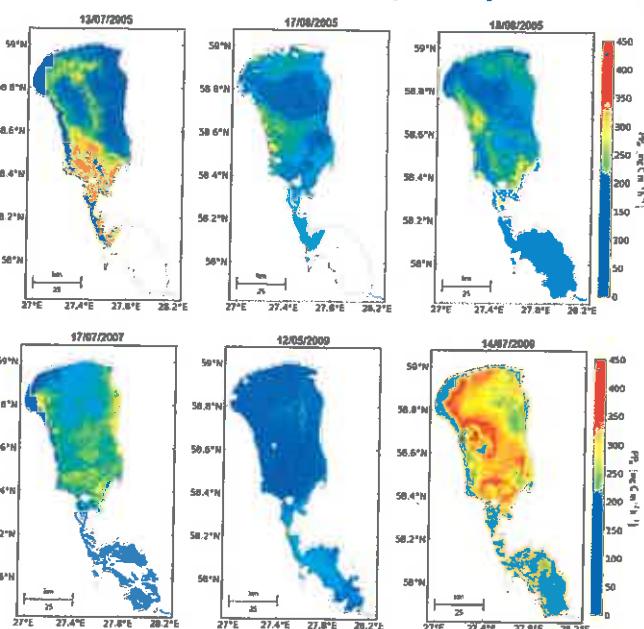


Korrelatsioon kohapeal mõõdetud klorofülli kontsentratsiooni ja MERIS andmete põhjal arvutatud klorofüllisalduse hinnangute vahel.

Корреляция между концентрациями хлорофилла измеренных на месте ($C_{chl} (in situ)$) и четыре хлорофилла оценены из данных полученных MERIS ($C_{chl} (\text{sat})$).

Kauer, T., et al., Modelling primary production in shallowwell mixed lakes based on MERIS satellite data, Remote Sensing of Environment (2015), 163, 253-261.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2015.03.023>

Primaarproduktsooni ruumiline varieerumine Пространственные вариации первичной продукции



Primaarproduktsooni PPar ($\text{mg}\cdot\text{C}\cdot\text{m}^{-2}\text{ h}^{-1}$) ruumiline varieerumine Peipsil Пространственные вариации PPar (мг · С · м⁻² ч⁻¹) в Чудском озере.

Kauer, T., et al., Modelling primary production in shallowwell mixed lakes based on MERIS satellite data, Remote Sensing of Environment (2015),
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2015.03.023>

Kaugseire andmete kasutamine Peipsi-Pihkva järve seisundi hindamisel

Использование данных дистанционного зондирования для оценки состояния Чудско-Псковского озера

Primaarproduktsooni mudel kasutades MERIS lähteandmeid töötab Peipsil küllaltki hästi.

Satelliidi andmete kombineerimine mudelarvutustega võimaldab hinnata suurjärvede seisundit ajas ja ruumis andes ühtlasi uued perspektiivid järvede primaarproduktsooni uurimisele.

Модель первичной продукции работает хорошо используя MERIS продукты в качестве входных данных.

Объединение спутниковых данных с модельными расчетами позволяет мониторинг состояния озер в пространстве и времени, обеспечивая новые перспективы в исследованиях первичной продукции озер.

Kauer, T., et al., Modelling primary production in shallow well mixed lakes based on MERIS satellite data, *Remote Sensing of Environment* (2015),
<http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2015.03.023>



REPUBLIC OF ESTONIA
MINISTRY OF THE ENVIRONMENT

Tänan! Спасибо!

Ago Jaani
Ago.jaani@envir.ee

Аго Яани
ago.jaani@envir.ee