



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра экологии и биоресурсов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему Динамика экологического состояния озера Воже по данным
рыбопромысловой статистики

Исполнитель

Маркина Лия Андреевна

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

д.х.н., профессор кафедры ЭБ

(Ученая степень, ученое звание)

Фрумин Григорий Тевелевич

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой



(подпись)

к.г.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович

(фамилия, имя, отчество)

« 05 » июня 2019 г.

.....	3
1. -	5
2.	14
2.1.	14
2.2.	17
2.3.	19
3.	20
3.1.	20
3.2.	25
4.	
.....	31
.....	58
.....	61
.....	63

, , -
[1]. -
[2]. -
[1]. -
422 ², ... -
 , -
 , -
 .

·
:
-
,
;
-
-
;
·
;
·

1. -

, — -

« » , « » — -

, . ,

_____ , .

- -

.

— , ,

422 ². , -

. 64 , 7 16

(1). , ,

1—2 , 5 . 6260 ²,

- 1,08 ³. .

- - - -

.

.

, -

.

20 . :

1) — , 38% , -

2) — , 34% -

. , ()

3) — - .

4) — .

5) — _____ , .

6) —



13,9%. 20 86,1%
 , . -
 (1973), -
 2,8
 - , ,
 .
 1944 , 79 16 19 -
 , 60 .
 .
 70% .
 (119), .
 20-22 . 4
 , , ,
 .
 60 300 (, -
).
 , -
 , , ,
 .
 , , ,
 .

18%.

38

18

XX

1893

1580

1902

800

1913

600

300

50-60

1973

20

1930

(80

1982

(95)

200

1950

20

8 7 .

(, , , , , , ,)

). 3 (, ,), -

2 (,), (), (),

() (-

). 1990- , -

2009

2012

15

20

150

38%

XIX

()

16%

7

35

" "

()

150

" "

11

(

)

50 – 70

40%

95%,

52% (

225), 172

1.

2.

1980-

2.

2.1

[3].

[3], [12].

?

?

?

?

[12].

[3], [12].

[13].

—

:

),

(

[3], [15].

" " - -

[15].

(-

),

,

,

[4],

:

,

,

,

,

,

[16].

,

2.2

"fishcommunity "

" - " " " [17],

. , - ,
() :
, - ,
" .
" " " [7], , -
, .
,
,
-

1.

- ,

. . [7], [17].

2.

" [7],

3.

4.

5.

,

"

"

[18]

-

2.3

... (...),
... , -
... , -
... .
...
... ,
... , " " .

(Brilinsky, Mann, (1973)) 70 -

14

-90%

()

3.

3.1.

50-70

[.1].

1. () (1940 – 2015)

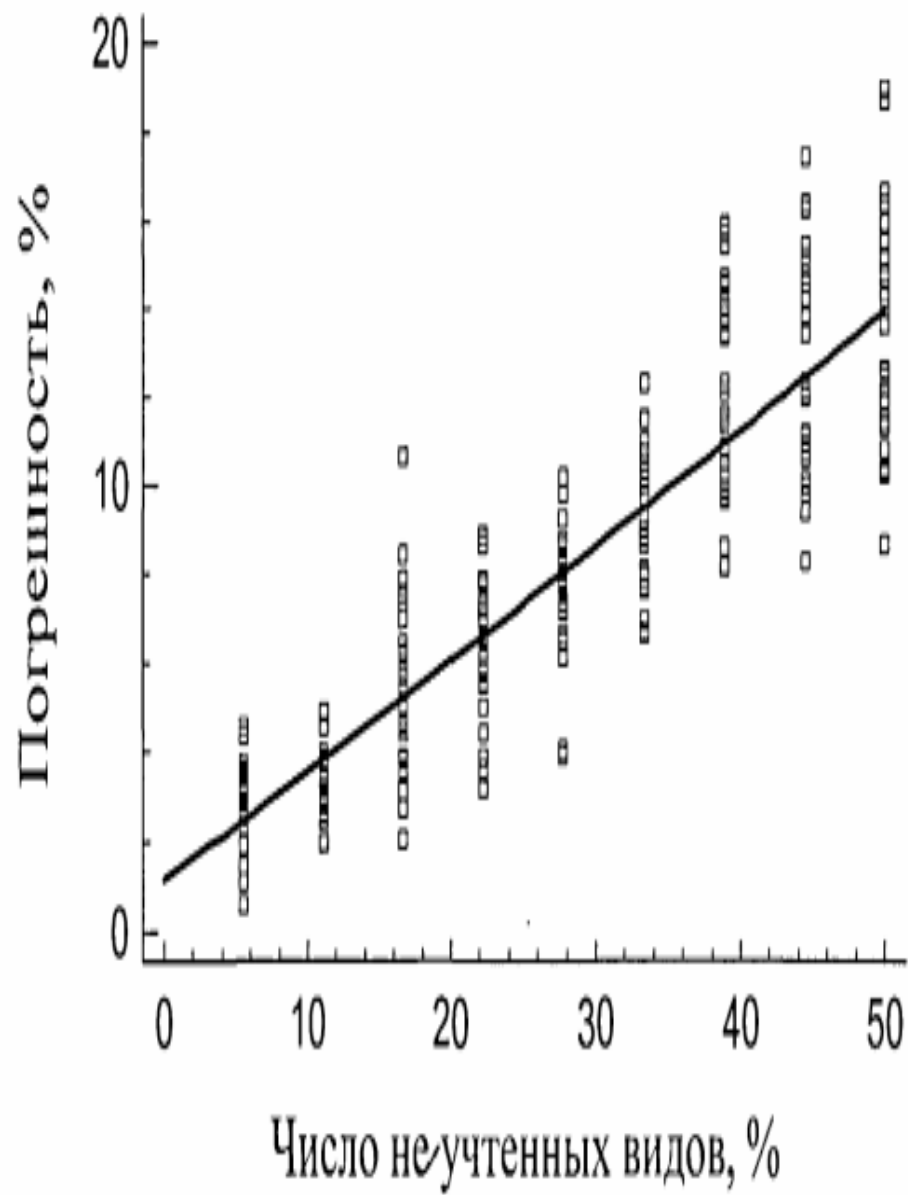
1940-1945	17,7	36,3	174,8	421,3	185,4	116
1946-1950	10,0	17,4	131,1	343,2	146,1	96,6
1951-1955	15,4	15,4	122,7	97,3	59,0	135,9
1956-1960	20,8	20,8	158,8	78,5	70,7	135,8
1961-1965	14,1	14,7	148,5	70,0	48,4	273,9
1966-1970	23,6	25,0	141,4	48,5	27,5	453,6
1971-1975	38,5	21,6	160,8	29,1	55,8	201,6
1976-1980	13,3	14,4	143,3	47,3	31,6	284,6
1981-1985	29,7	18,6	150,7	20,4	35,2	328,5
1986-1990	39,3	7,5	216,3	13,6	33,2	359,7
1991-1995	8,4	2,5	70,0	8,6	14,2	185,1
1996-2000	5,8	5,8	54,9	12,2	18,1	259,6
2001-2005	5,7	10,6	77,8	21,9	33,0	355,7
2006-2010	4,7	12,8	62,8	14,4	29,8	315,6
2011-2015	2,1	3,3	47,9	1,7	6,7	148,8

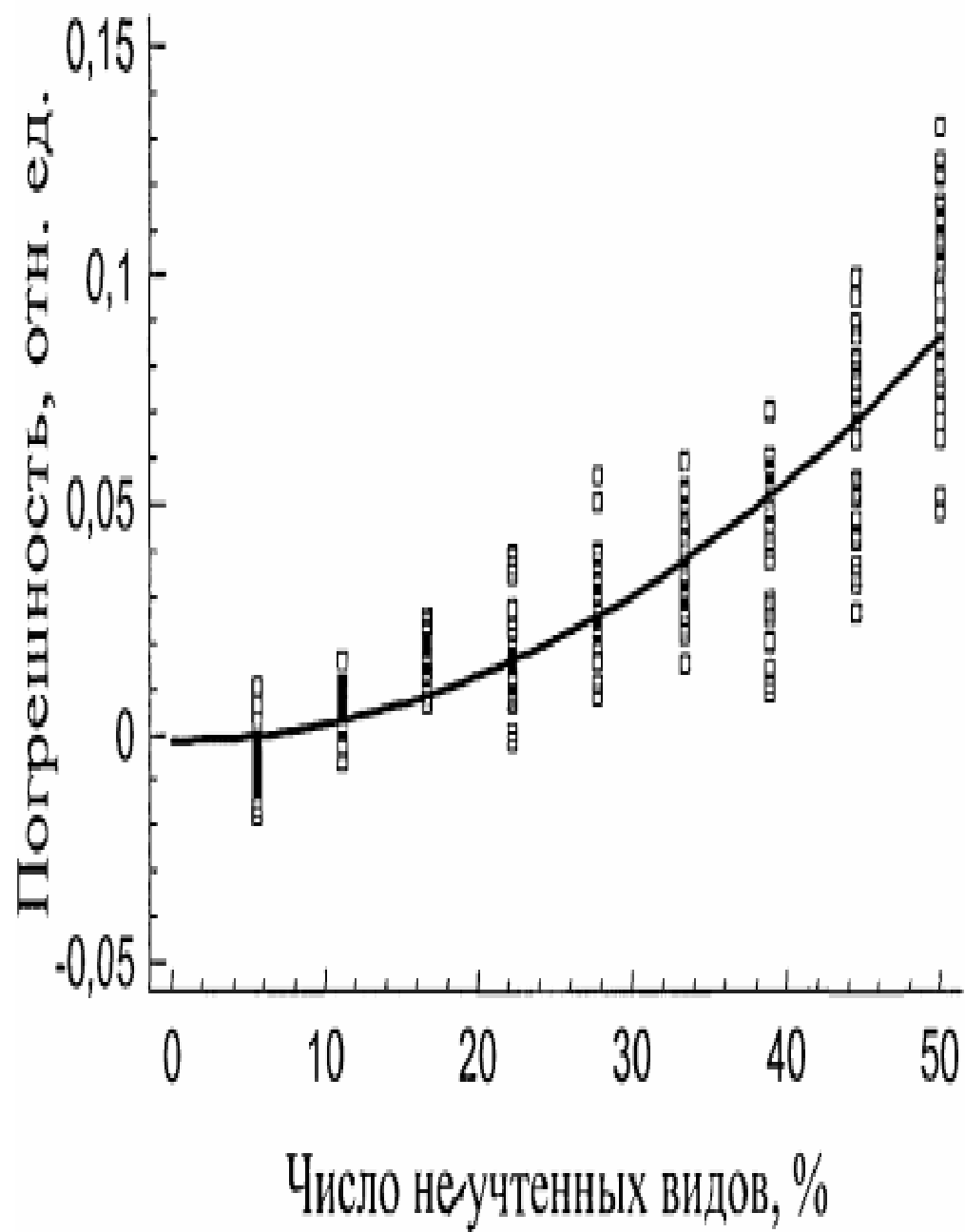
[19],

15% [2, 3].

1940- 2015 .

[20].







[21].

3.2.

[22].

[21].

(speciesdiversity).

20

[23]:

1-

2 -

" "

" "

[24],

2.

(, 1982)

	$H = - \sum (p_i) \log_2(p_i)$
	$S_H = \exp(H)$
	$S = [\sum (p_i)^2]^{-1}$
	$S_g = [\sum \sqrt{(p_i)}]^2$

	$PIE = 1 - \sum (p_i)^2$
--	--------------------------

, , .
 , ,
 .
 , .
 - (Shannon, 1963).
 , [22].
 H, -
 .
 [19].
 .
 , -
 () .
 , , .
 , , -
 ,
 ,
 ,
 ,
 .

[22].

[24], [25]

$$H_m = \log_2 N$$

$$H = - \sum_{i=1}^N p(i) * \log_2 p(i)$$

$i = 1, (i) \dots i - \dots, N - \dots$

(m).

0.

= m -

« » « »

» [26] I - : R - « [27]:

$$R = 1 - \frac{H}{H_m}$$

$$I = \frac{H}{H_m}$$

1. , (, R , I - 0.

R , I - 1.

« » , .. ,

4.

: 1)

; 2)

; 3)

)

; 4)

[13].

[56].

с

70-80 XX

1945 1960

[.4]. 1960

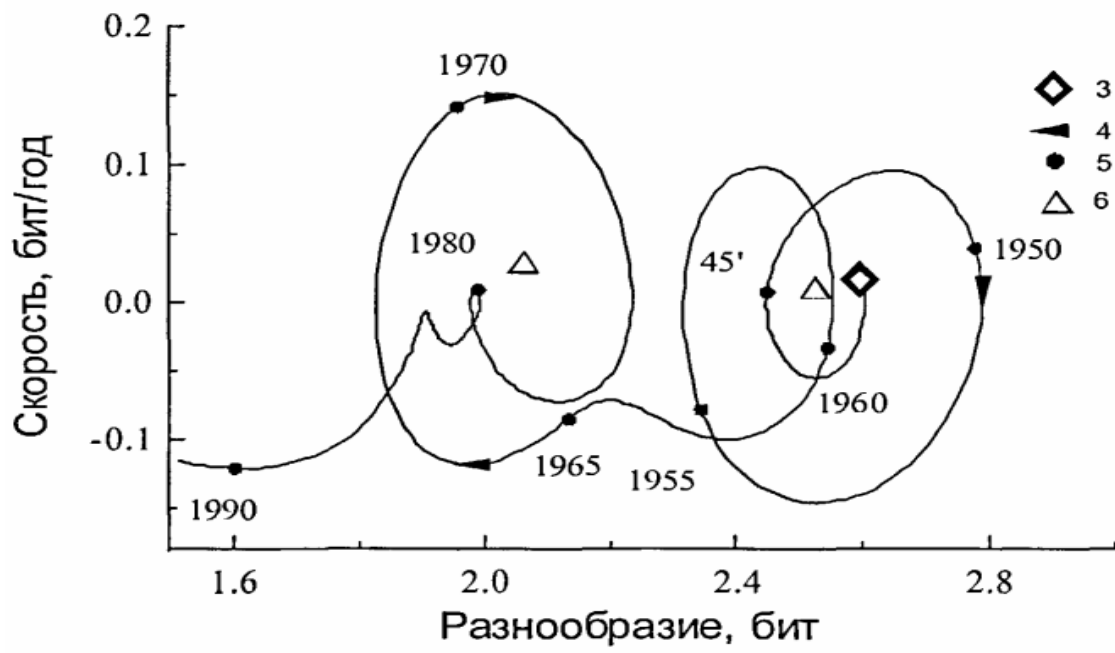
2.6

1970-

2.0

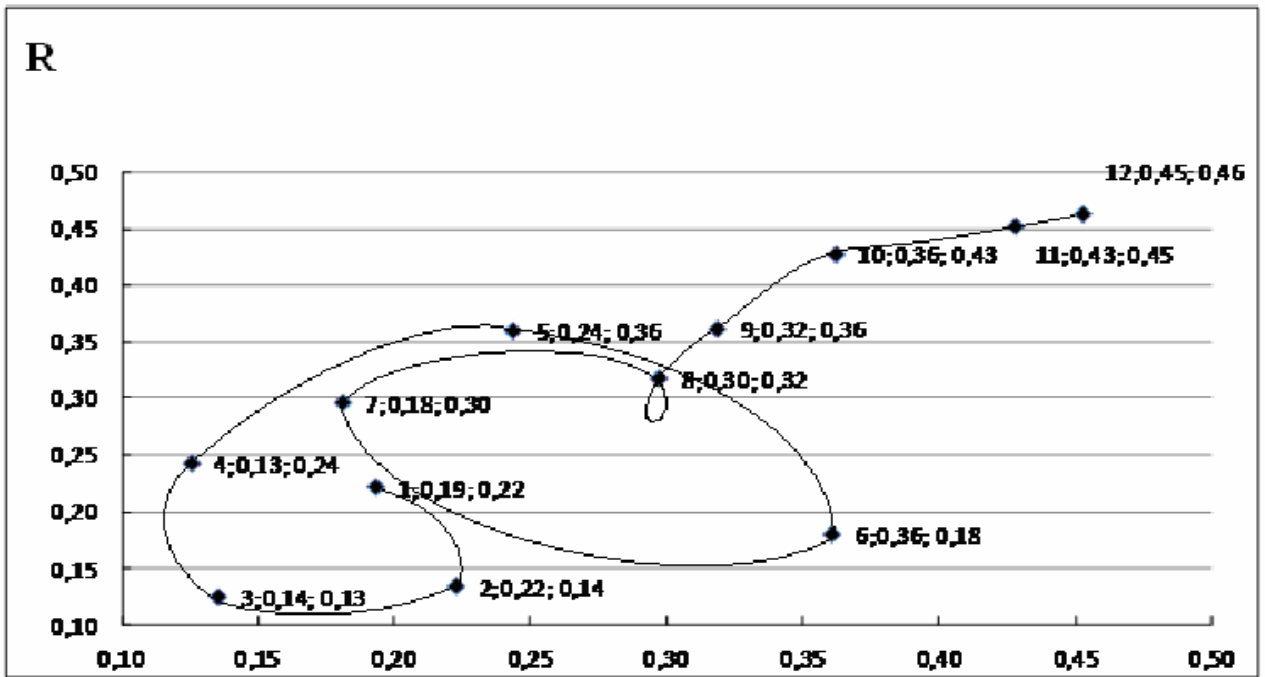
1985 1980-

), (, , .



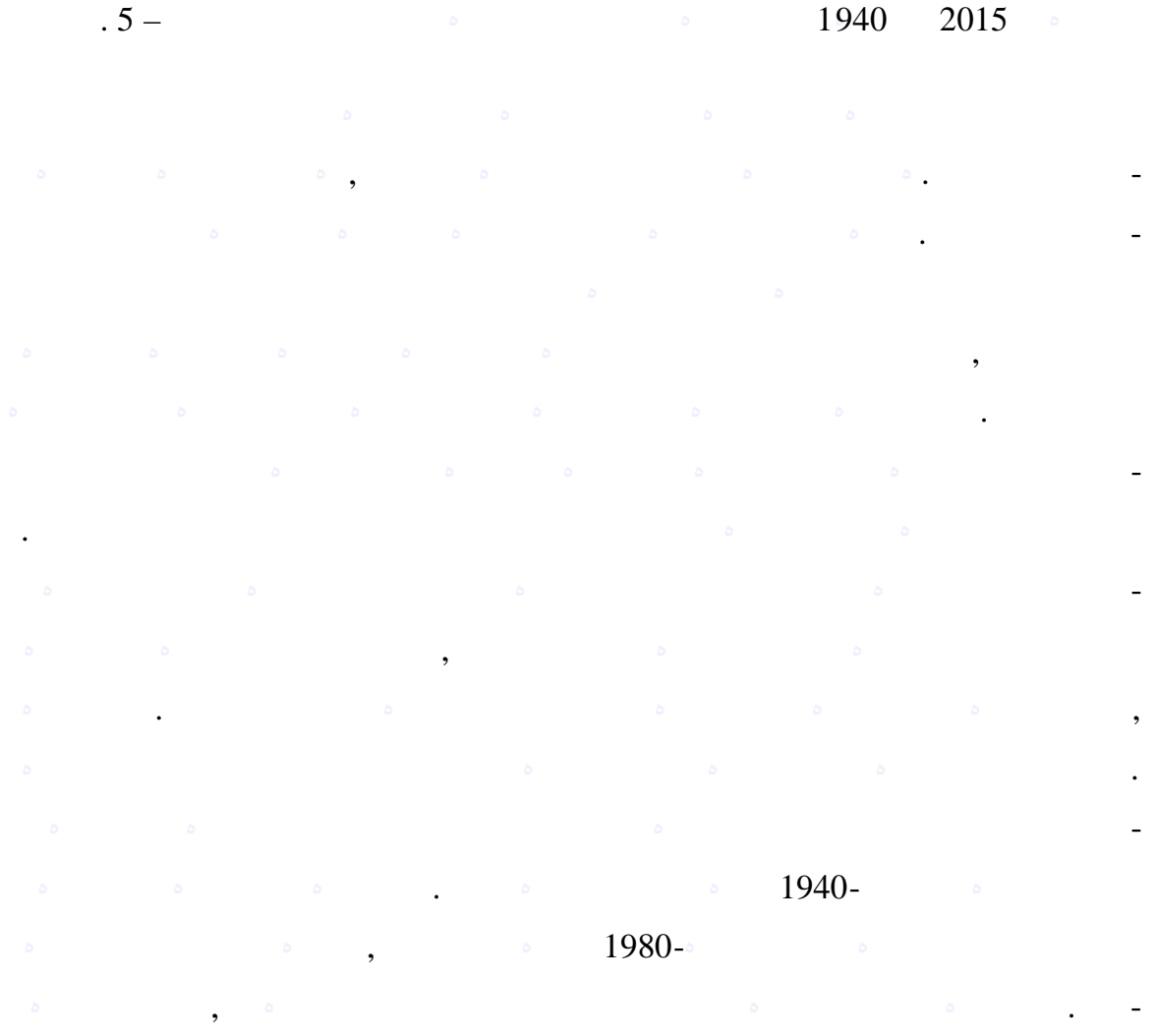
. 4 -

3 - , 4 - , 5 - -
 , 6 —



.5 -

1940 2015



1960-

(, 1997). 1970-

18

1893 . 1580

, 1902 . - 800 ,

1913 . 600

300 - . 50-60 ,

1973 . . -

1930 . (80

) 1982 . (95) . ,

, 200 . 1950- 20 -

, , ,

. 1987 .

16

7 8 .

(, , , , ,) .

3 (, ,), -

- 2 (,), (), -

(), ()

() 1 .

1990-

-

, -

, -

, -

, -

, -

2009 , -

-

2012 .

.

150

38%

XIX

Noi.

16%.

7

160 -
-
35

$$1940-1945 = 951,3 \quad .$$

$$i(\quad) = 116/951,3 = 0,12$$

$$i(\quad) = 174,8/951,3 = 0,18$$

$$i(\quad) = 17,7/951,3 = 0,02$$

$$i(\quad) = 36,3/951,3 = 0,04$$

$$i(\quad) = 185,4/951,3 = 0,20$$

$$i(\quad) = 421,3/951,3 = 0,44$$

$$1946-1950 = 744,4 \quad .$$

$$i(\quad) = 96,6/744,4 = 0,13$$

$$i(\quad) = 131,1/744,4 = 0,18$$

$$i(\quad) = 10/744,4 = 0,01$$

$$i(\quad) = 17,4/744,4 = 0,02$$

$$i(\quad) = 146,1/744,4 = 0,20$$

$$i(\quad) = 343,2/744,4 = 0,46$$

$$1951-1955 = 445,7 \quad .$$

$$i(\quad) = 135,9/445,7 = 0,31$$

$$i(\quad) = 122,7/445,7 = 0,28$$

$$i(\quad) = 15,4/445,7 = 0,03$$

$$i(\quad) = 15,4/445,7 = 0,03$$

$$i(\quad) = 59/445,7 = 0,13$$

$$i(\quad) = 97,3/445,7 = 0,22$$

$$1956-1960 = 485,4 \quad .$$

$$i(\quad) = 135,8/485,4 = 0,28$$

$$i(\quad) = 158,8/485,4 = 0,33$$

$$i(\quad) = 20,8/485,4 = 0,04$$

$$i(\quad) = 20,8/485,4 = 0,04$$

$$i(\quad) = 70,7/485,4 = 0,15$$

$$i(\quad) = 78,5/485,4 = 0,16$$

$$1961-1965 = 569,6 \quad .$$

$$i(\quad) = 273,9/569,6 = 0,48$$

$$i(\quad) = 148,5/569,6 = 0,26$$

$$i(\quad) = 14,1/569,6 = 0,03$$

$$i(\quad) = 14,7/569,6 = 0,03$$

$$i(\quad) = 48,4/569,6 = 0,08$$

$$i(\quad) = 70/569,6 = 0,12$$

$$1966-1970 = 719,6 \quad .$$

$$i(\quad) = 453,6/719,6 = 0,63$$

$$i(\quad) = 141,4/719,6 = 0,20$$

$$i(\quad) = 23,6/719,6 = 0,03$$

$$i(\quad) = 25/719,6 = 0,03$$

$$i(\quad) = 27,5/719,6 = 0,04$$

$$i(\quad) = 48,5/719,6 = 0,07$$

$$1971-1975 = 507,4 \quad .$$

$$i(\quad) = 201,6/507,4 = 0,40$$

$$i(\quad) = 160,8/507,4 = 0,32$$

$$i(\quad) = 38,5/507,4 = 0,07$$

$$i(\quad) = 21,6/507,4 = 0,04$$

$$i(\quad) = 55,8/507,4 = 0,11$$

$$i(\quad) = 29,1/507,4 = 0,06$$

$$1976-1980 = 534,5 \quad .$$

$$i(\quad) = 284,6/534,5 = 0,53$$

$$i(\quad) = 143,3/534,5 = 0,27$$

$$i(\quad) = 13,3/534,5 = 0,02$$

$$i(\quad) = 14,4/534,5 = 0,03$$

$$i(\quad) = 31,6/534,5 = 0,06$$

$$i(\quad) = 47,3/534,5 = 0,09$$

$$1981-1985 = 583,1 \quad .$$

$$i(\quad) = 328,5/583,1 = 0,56$$

$$i(\quad) = 150,7/583,1 = 0,26$$

$$i(\quad) = 29,7/583,1 = 0,05$$

$$i(\quad) = 18,6/583,1 = 0,03$$

$$i(\quad) = 35,2/583,1 = 0,06$$

$$i(\quad) = 20,4/583,1 = 0,04$$

$$1986-1990 = 669,6 \quad .$$

$$i(\quad) = 359,7/669,6 = 0,54$$

$$i(\quad) = 216,3/669,6 = 0,32$$

$$i(\quad) = 39,3/669,6 = 0,06$$

$$i(\quad) = 7,5/669,6 = 0,01$$

$$i(\quad) = 33,2/669,6 = 0,05$$

$$i(\quad) = 13,6/669,6 = 0,02$$

$$1991-1995 = 288,8 \quad .$$

$$i(\quad) = 185,1/288,8 = 0,64$$

$$i(\quad) = 70/288,8 = 0,24$$

$$i(\quad) = 8,4/288,8 = 0,03$$

$$i(\quad) = 2,5/288,8 = 0,01$$

$$1996-2000 = 356,4 \quad .$$

$$i(\quad) = 259,6/356,4 = 0,73$$

$$i(\quad) = 54,9/356,4 = 0,15$$

$$i(\quad) = 5,8/356,4 = 0,02$$

$$i(\quad) = 5,8/356,4 = 0,02$$

$$i(\text{)} = 14,2/288,8 = 0,05$$

$$i(\text{)} = 18,1/356,4 = 0,05$$

$$i(\text{)} = 8,6/288,8 = 0,03$$

$$i(\text{)} = 12,2/356,4 = 0,03$$

2001-2005 = 504,7 .

2006-2010 = 440,1 .

$$i(\text{)} = 355,7/504,7 = 0,70$$

$$i(\text{)} = 315,6/440,1 = 0,72$$

$$i(\text{)} = 77,8/504,7 = 0,15$$

$$i(\text{)} = 62,8/440,1 = 0,14$$

$$i(\text{)} = 5,7/504,7 = 0,01$$

$$i(\text{)} = 4,7/440,1 = 0,01$$

$$i(\text{)} = 10,6/504,7 = 0,02$$

$$i(\text{)} = 12,8/440,1 = 0,03$$

$$i(\text{)} = 33/504,7 = 0,06$$

$$i(\text{)} = 29,8/440,1 = 0,07$$

$$i(\text{)} = 21,9/504,7 = 0,04$$

$$i(\text{)} = 14,4/440,1 = 0,03$$

2011-2015 = 210,5 .

$$i(\text{)} = 148,8/210,5 = 0,70$$

$$i(\text{)} = 3,3/210,5 = 0,02$$

$$i(\text{)} = 47,9/210,5 = 0,23$$

$$i(\text{)} = 6,7/210,5 = 0,03$$

$$i(\text{)} = 2,1/210,5 = 0,01$$

$$i(\text{)} = 1,7/210,5 = 0,01$$

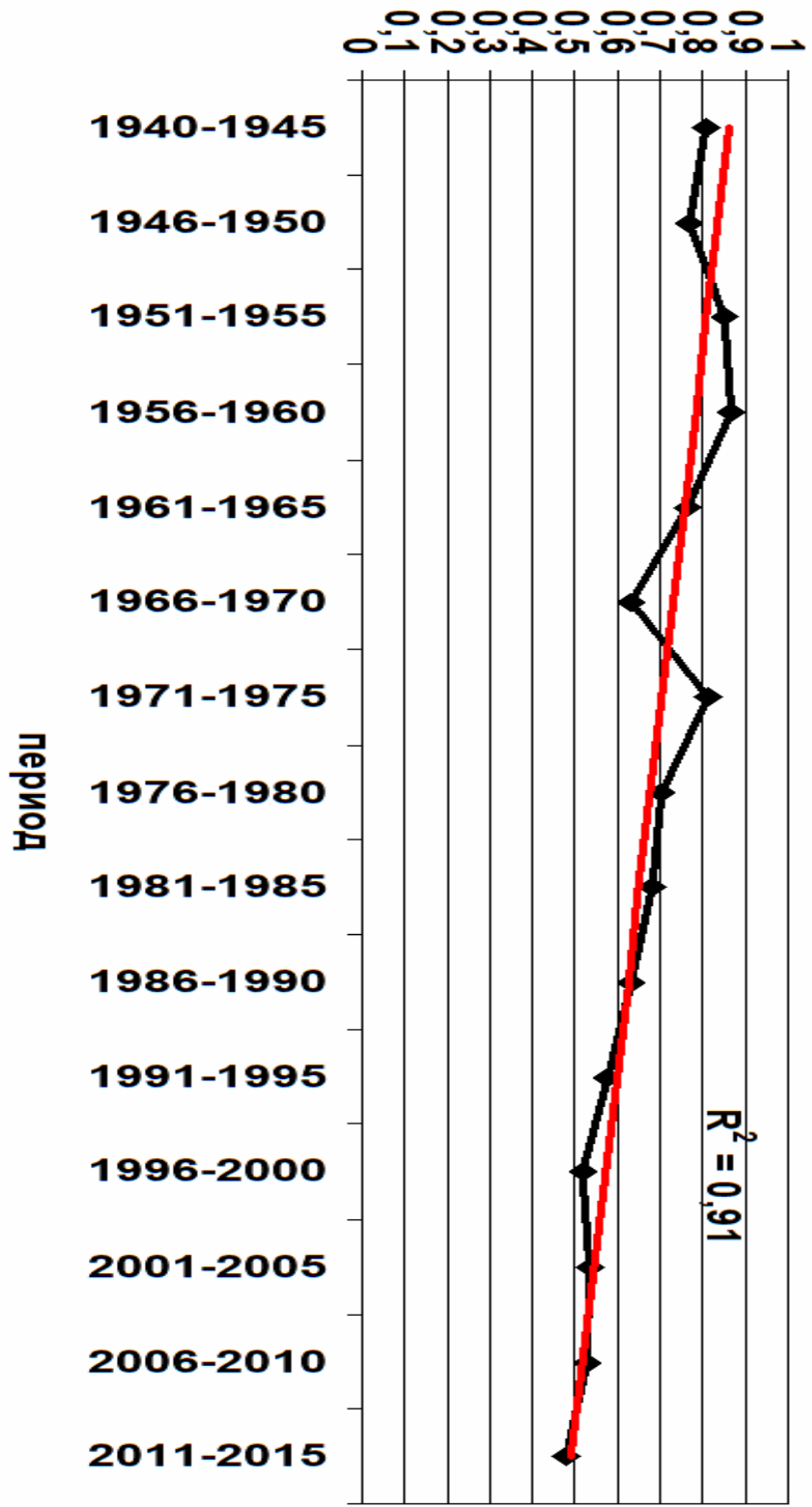
• • • • • : • • • • • (H) -
 • • • • • (R). • • • • •
 • :

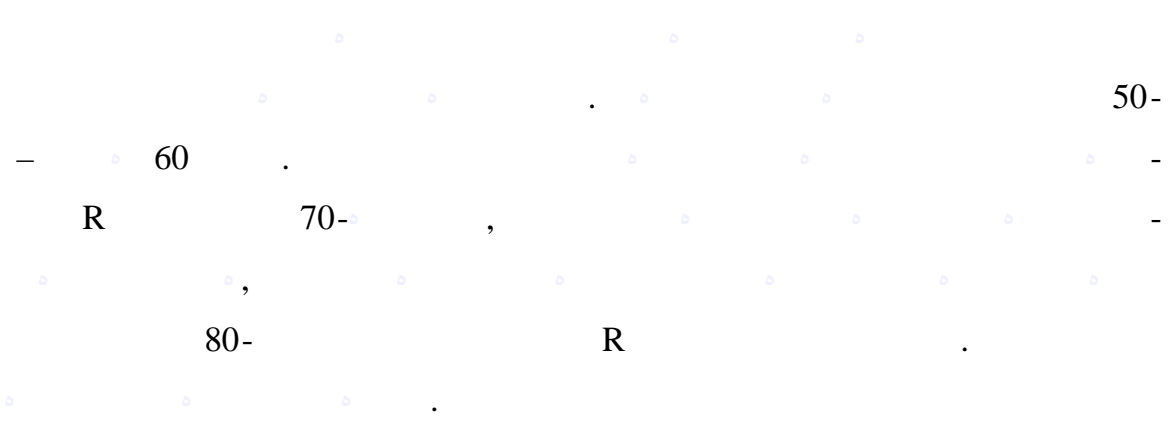
3 -

R H

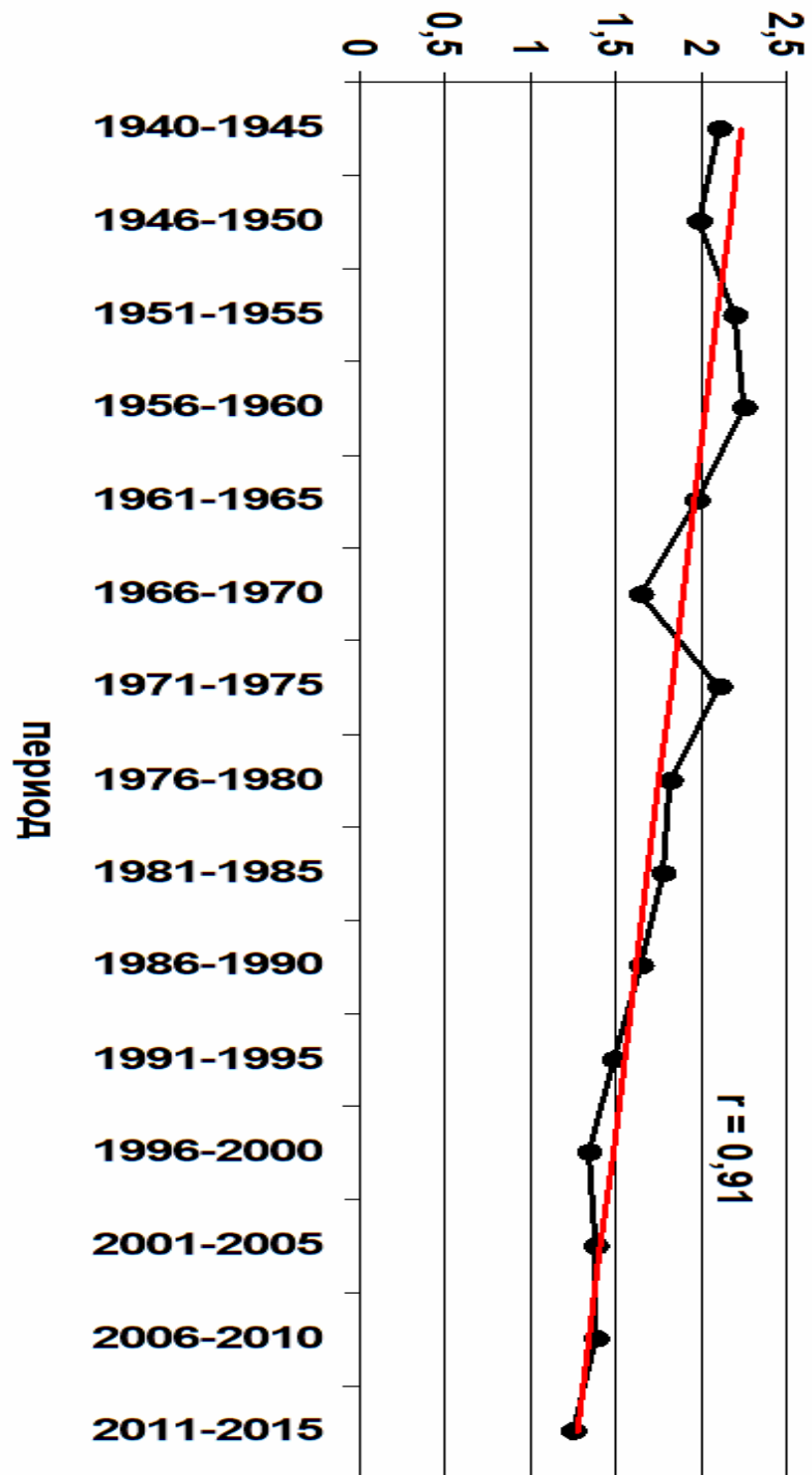
	,	R
1940-1945	2,10	0,8110
1946-1950	1,99	0,7686
1951-1955	2,20	0,8529
1956-1960	2,25	0,8693
1961-1965	1,98	0,7643
1966-1970	1,64	0,6353
1971-1975	2,10	0,8135
1976-1980	1,82	0,7026
1981-1985	1,77	0,6850
1986-1990	1,65	0,6364
1991-1995	1,49	0,5773
1996-2000	1,34	0,5167
2001-2005	1,38	0,5332
2006-2010	1,38	0,5326
2011-2015	1,25	0,4817

Индекс доминирования, R





Индекс Шеннона, бит



(2,25 1,25) 1940 . 2015

38

15

30-50

Phragmitetum subpurum compactum. Он забегает-расширяется до 500 метров по мысу недалеко от деревни Айдарова. Густые заросли образуются кольцевыми или разреженными массивами пик. Ширина полосы разреженных зарослей составляет 100-150 м (до 400 м в накидки).

В редких камышах, перемежающихся фитоценозами (*Myriophylletum spicati* здесь-*herbosum*), в дорослиумнее (*Potamogetonum perfoliatisubpurum*), а в 4 км к северу от устья реки Модлона и вблизи устья реки всегда - несколько фитоценозов горцев земноводных (*Polygonetum subpurum*). Почти

все слова банка, в основном, на некотором расстоянии от Камышовой полосы, есть прерывистая полоса рдест Лу д ЭНС , состоящие из отдельных массивов различных размеров (от сотен квадратных метров до десятков гектаров). На рис. 7 показана система распределения высших водных растений на берегах озера Воже.

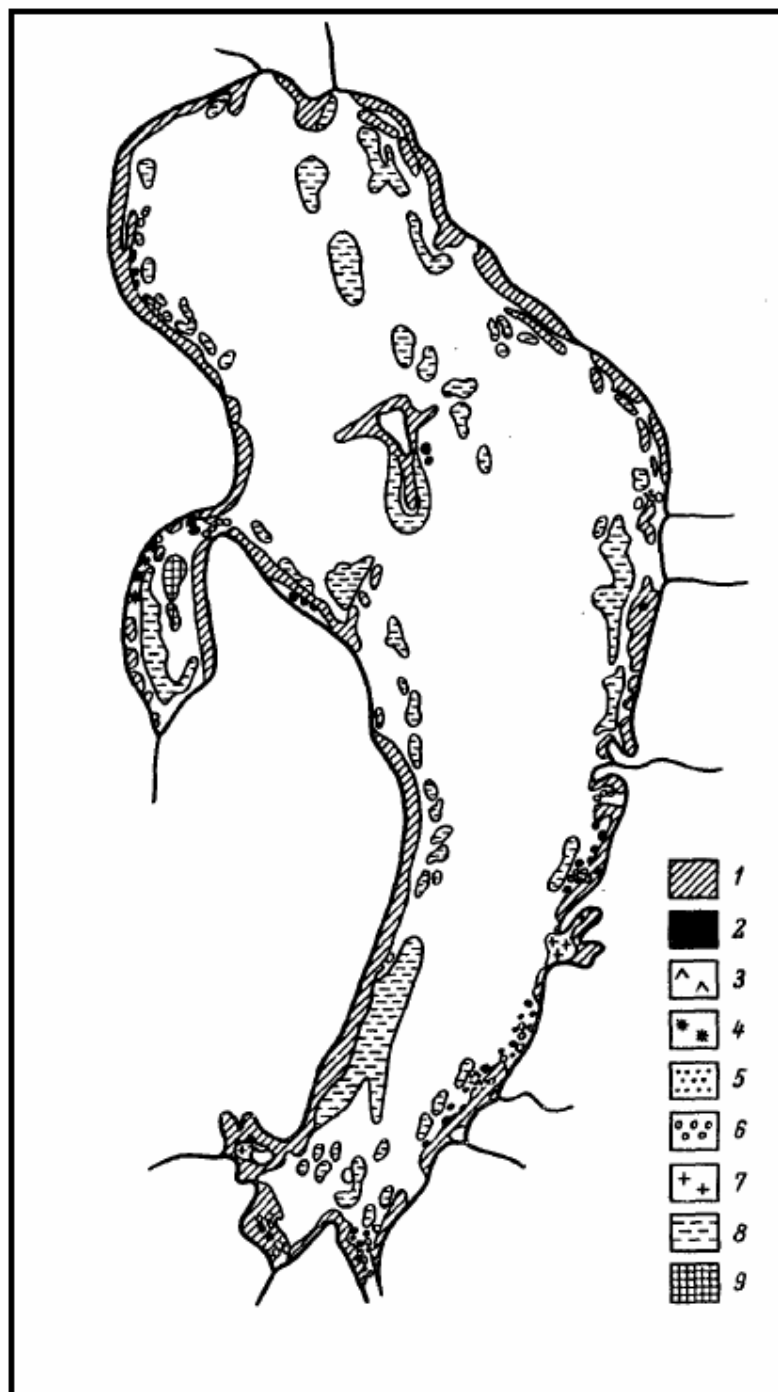


Рис. 7 – Схема распределения высшей водной растительности в оз. Воже

- 1 – тростник обыкновенный; 2 – камыш озерный; 3 – стрелолист;
- 4 – ежеголовник; 5 – горец земноводный; 6 – кубышка желтая;
- 7 – уруть колосистая и уруть очередноцветковая; 8 – рдест блестящий; 9 – рдест пронзеннолистный.

В XX веке здесь были реакклиматизированы представители семейства бобровых, некогда полностью истребленные местными жителями. Леса покрывают большую часть окрестностей озера. В них водятся такие птицы, как орлан-белохвост, большой подорлик, осоед, канюк. На болотах обитают лебеди, чернозобая и краснозобая гагара, куропатки и кроншнепы.

Озеро Воже сегодня не самая лучшая экологическая ситуация, которая представляет проблему для специалистов. Эта вода находится на расстоянии 150 км от крупнейшего промышленного центра Вологодской области – города Череповца. Компания ГАЗ-приходят, скажем, вода в потоке воздуха на участке помещается в озеро за счет сочетания значительной ширины водной поверхности от конца, где мелководье. Берега Воже от цветения синезеленых водорослей-Ми, разнообразие зоопланктона снижается, а содержание тяжелых металлов в Рыбах вблизи более загрязнено белым и кубенским озерами.

Каждый год озеро мелеет. Значительное количество органического вещества в болото и землю происхождения поступает в русло реки из огромного болотистого района водосборной площади. Роль реки Модлона является самой большой, которая обеспечивает 38% стока в болотистой местности и стока в южной части Воже. Особенно много органического вещества, как видно из темно-желтого цвета воды. Часть получающей или-органической материислужила другим.

Теперь, даже в песчаной зоне к северу от реки, цвет воды почти удвоился. Разложение органического вещества нарушает газовый режим озера, так как уменьшает количество кислорода, который расходуется при окислении. Это создает ситуацию за рубежом для рыб, которые мигрируют в озеро или умирают. Газовый режим становится наиболее суровым в конце ледникового периода, если наблюдается активная миграция плотвы, леща, щуки, окуня и более благоприятные условия в Северном и северо-восточном направлении.

Недостаток кислорода ограничивает распространение большинства видов рыб в акватории и определяет концентрацию в северном регионе чувствительных видов - корюшки, сига, налима, судака.

Под действием вод службы, генерирующих взвешенные твердые вещества, МЕ должен применяться и формировать резервуар. Восточное побережье и южные берега озера возникают за счет удаления сплошного стока рек Сочи и модели No1. Поэтому в XIX веке на Западном берегу Воже появился большой Мыс, который уходил далеко в озеро, в сторону острова Спас. С этого мыса жители деревни Чаронда в повозке переезжают вброд на остров. Постепенно озеро, чтобы прибыть в регион на Запад, почти поглотило эту шапку.

На н

Важное значение для притока биогенов в озеро имеет не только степень освоенности водосбора, отношение его площади к площади водоема (удельный водосбор), густота речной сети, заболоченность и лесистость водосбора, но и доля осадков в водном балансе. В Воже она достаточно высока и в маловодную фазу составляет более 16%. Объем поступлений фосфора в озеро с дальним воздушным переносом оценивается величиной около 7 тонн. В связи с этим необходимо напомнить, что Вологодская область находится в окружении индустриально развитых регионов, а на её территории располагаются крупные промышленные центры – го-

рода Череповец, Вологда и Сокол. При этом циркуляционные факторы играют ведущую роль в формировании климата данной территории, характеризующегося интенсивной циклонической деятельностью и обилием осадков летом. Озеро Воже, расположенное в 160 километрах от города Череповца, попадает в зону ветров южного, юго-западного направлений, приносящих выбросы этого промузла, которые, в частности, включают до 35 тысяч тонн окисла азота. Свой вклад в загрязнение водоёма, вероятно, вносит и Плещецкий космодром.

Озеро достаточно эффективно «улавливает» осадки за счёт высокой открытости зеркала, то есть отношения площади озера к его средней глубине. И эта особенность его морфометрического строения имеет большое значение для пополнения водного баланса мелководного водоёма. Но человек, к сожалению, умеет превращать природные плюсы в минусы. При огромных объёмах выбросов в атмосферу многообразных загрязняющих веществ большое поступление осадков перестаёт быть только положительным элементом водного баланса озера, поскольку усиливает его загрязнение. Печальным следствием является не только дополнительное поступление биогенов, но и попадание в озеро ядовитых (токсических) веществ. Об этом говорят исследования рыб, ведь с каждым годом они всё больше накапливают в себе токсические вещества.

Известно, что тяжёлые металлы в основном выбрасываются в атмосферу в нерастворимом виде, а большая их часть размещается вблизи источника загрязнения. По мере того как люди ветра извлекутся от его, пропорция формы углерода увеличивается из-за отношения различных окисей. Так, в гораздо более чем 150 км все компоненты, выпадающие из атмосферы, представлены в наиболее токсичной форме и могут быть интегрированы непосредственно в цикл и "пищевую цепь". То есть для сбора водорослей, а также в железе, служит кормом для рыбы, грязь поступает в клетки, а затем передаётся в пищу человеку. Наличие 11

тяжелых металлов в тканях и органах рыб озера Воже. Медь, цинк, кадмий, свинец, марганец, кобальт, никель, железо, хром, ртуть, мышьяк содержатся в мышцах, печени и икре основных промысловых рыб (лещ и щука) в значительных количествах. Содержание кадмия, кобальта и меди в рыбе близко к пределам допустимых значений. Обращают на себя внимание и такие, а для некоторых металлов (свинец, никель, кадмий, железо, цинк), или более, чем в озере Белый и Кубенском, степени накопления металлов в рыбе, а иногда и выраженные в "окружающей среде" озера Воже.

Роль осадков как источника элементов в бассейне больше на больших участках водосбора, например, в реке преобладают снег и дождь. Он смешивается с достаточным высоким показателем водообмена, который определяется отношением объема воды и объема самого озера. Где вода мелкая и большая доля водосбора определяет повторное изменение воды в течение года. Озеро имеет водный слой до пятидесяти-семидесяти дюймов в год, а годовой уровень воды в несколько раз превышает объем водохранилища. Из-за этого формирования качества воды в озере Воже во многом зависит от состояния района водосбора. Более половины второго тура пойдет на апрель-Май, а месяц май-июнь более 40% годового стока покидает озеро. В плане расходов, балансовом, основное значение имеет протекание реки, которое достигает 95%, а испарение составляет относительно небольшую долю.

Замедление водообмена в зимний период способствует накоплению в озере поступающих биогенов, особенно в его грунтах. Минимальные уровни воды приходятся на февраль, когда площадь озера может уменьшаться на 52% (до 225 квадратных километров), и до 172 квадратных километров может достигать площадь льда. Весной, по мере повышения уровня воды, примерзший лёд всплывает, вызывая при этом механическую эрозию верхнего слоя дна. Это влечёт массовую гибель донных организмов и разрушение нагульных площадей для некоторых видов рыб.

Дальнейшее обмеление озера за счет многих причин очень опасно. Это увеличение осадконакопления и увеличение слоя ила, изменение водного баланса за счет обезлесения в водосборном регионе, снижение нормативной ценности растительности на уровне озерного режима. Снижение закона стока при разрушении плотины в истоке реки Свида в 1980-х годах привело к этой доле.

Озерный Бог до сих пор наименее признан Великой модой-ИОМ Вологодской области, особенно красив из-за природной первозданности. Он привлекает не так много туристов и рыбаков. На Западном берегу озера расположен национальный природный парк "Русский Север".

Анализ данных об объеме показывает, что ОЗ. Бог сегодня не самая лучшая среда, условия. Этот водоем расположен на расстоянии 150 км от крупнейшего промышленного центра Вологодской области – города Череповца. Сбросы компании достигают экваториального потока, во многих топорах, в озере из-за комбинации ключа ширины водной поверхности крайняя намелководье. На берегу Воже все чаще цветут сине-зеленые водоросли, снижается разнообразие зоопланктона, а содержание соединений тяжелых металлов в рыбе вблизи показателей Белового и Кубенского озера.

Важно, чтобы поступление питательных веществ в озеро не только в степени развития водосбора, коэффициент на площадь водоема (удельный водосбор), густота речной сети, заболоченность и лесного процента водосбора, а также доля осадков в водном балансе. В Воже очень высокая и маловодная фаза более 16%. Выручка Фосфора в озере в дальнем воздушном сообщении оценивается в 7 тонн. В связи с этим следует помнить, что Вологодская область окружена промышленно развитыми районами, а в губернии имеется крупный промышленный центр – города Череповец, Вологда и Сокол. В то же время циркулирующие факторы играют роль лидеров в

формировании ситуации в регионе, характеризующейся большим количеством работы и большим количеством осадков летом. Озеро Воже, в 160 километрах от города Череповца, попадает в область ветра с южного, юго-западного направлений, чтобы принести газ в этот промышленный комплекс, который, в частности, состоит из до 35 тысяч тонн оксида азота. Космодрома Плесецк, вероятно, является причиной загрязнения водоема.

Озеро очень эффективно в "ловле" осадков за счет высокой поверхности-информации, то есть соотношения средней глубины Озерной площади. И эта особенность морфометрической системы имеет большое значение для пополнения водного баланса мелководного бассейна. Но люди, к сожалению, умеют превращать естественные преимущества в недостатки. Много газа в диапазоне загрязняющих веществ в атмосфере, обилие осадков больше не должно быть единственными хорошими компонентами озера, водного баланса, так как это увеличивает загрязнение. Печальный результат заключается не только в дополнительном поступлении биогенов, но и в выбросе ядовитых (токсичных) веществ в озеро. Об этом свидетельствует изучение рыб, ведь с каждым годом они накапливают все больше и больше токсинов.

Известно, что тяжелые металлы наиболее блестящие в воздухе в нерастворимой форме, а большие и стружки помещаются вблизи источника загрязнения. По мере того как люди ветра извлекаются от него, пропорция $soluble$ видов металлов увеличивается потому что отношении различных окисей. Так, в гораздо более чем 150 км все компоненты, выпадающие из атмосферы, представлены в наиболее токсичной растворимой форме и могут быть включены непосредственно в цикл и "пищевые цепи". Будут накапливаться в водорослях и бисфосфоне-ночь, чиновники хотят на рыбу, загрязняют что-либо в клетках, а потом пища передается и

человеку. Наличие 11 тяжелых металлов в тканях и органах рыб озера Воже. Медь, цинк, кадмий, свинец, марганец, кобальт, никель, железо, хром, ртуть, мышьяк содержатся в мышцах, печени и икре основных промысловых рыб (леща и щуки) в измеренных количествах. Содержание кадмия, кобальта и меди в рыбе близко к пределам допустимых значений. Обращают на себя внимание такие, а для некоторых металлов (свинец, никель, кадмий, Лезо, цинк) или больше, чем бассейн белого и Кубенского, степень накопления металлов в рыбе, а иногда и выраженная "экология" озера Воже.

Роль осадков как источника элементов в бассейне больше на больших участках водосбора, например, в реке преобладают снег и дождь. Он смешивается с достаточным высоким показателем водообмена, который определяется отношением объема воды и объема самого озера. Где вода мелкая и большая доля водосбора определяет повторное изменение воды в течение года. Озеро имеет водный слой до пятидесяти-семидесяти дюймов в год, а годовой уровень воды в несколько раз превышает объем водохранилища. Из-за этого формирование качества воды в озере Воже во многом зависит от состояния района водосбора. Более половины второго тура пойдет на апрель-Май, а месяц май-июнь более 40% годового стока покидает озеро. В плане расходов, балансовом, основное значение имеет протекание реки, которое достигает 95%, а испарение составляет относительно небольшую долю.

Замедление водообмена в зимний период является причиной накопления поступающих в бассейн биогенов, особенно в почвах. Минимальные уровни воды происходят в феврале, когда площадь озера может быть уменьшена на 52% (до 225 квадратных километров), а до 172 квадратных километров можно добраться до ледового региона. Весной, по мере повышения уровня воды, замерзший снег плавает, вызывая механическую эрозию верхнего слоя до нижнего. Это приводит к

массовой гибели донных организмов и уничтожению пищи для района какой-то рыбы.

Дальнейшее обмеление озера за счет многих причин очень опасно. Это увеличение осадконакопления и увеличение слоя ила, изменение водного баланса за счет обезлесения в водосборном регионе, снижение нормативной ценности растительности на уровне озерного режима. Снижение закона стока при разрушении плотины в истоке реки Свиди в 1980-х годах привело к этой доле.

Озеро очень эффективно в "ловле" осадков за счет высокой поверхности-информации, то есть соотношения средней глубины Озерной площади. И эта особенность морфометрической системы имеет большое значение для пополнения водного баланса мелководного бассейна. Но люди, к сожалению, умеют превращать естественные преимущества в недостатки. Много газа в диапазоне загрязняющих веществ в атмосфере, обилие осадков больше не должно быть единственными хорошими компонентами озера, водного баланса, так как это увеличивает загрязнение. Печальный результат заключается не только в дополнительном поступлении биогенов, но и в выбросе ядовитых (токсичных) веществ в озеро. Об этом свидетельствует изучение рыб, ведь с каждым годом они накапливают все больше и больше токсинов.

Известно, что тяжелые металлы испускаются в основном в атмосфере без выброса, а крупные частицы осаждаются вблизи источника инфекции. При стирании из него воздушной массы скорость образования растворимых форм металлов увеличивается за счет взаимодействия с различными оксидами. Поэтому на расстоянии более 150 километров все элементы, превышающие скорость атмосферы, отображаются в наиболее токсичной форме и могут быть непосредственно включены в цикл и пищевую цепь. Я имею в виду, накапливаются водоросли, а также беспозвоночные, которые используются как артефакты для кормления рыб,

загрязняющие вещества для проникновения в их ткани, а затем передаются людям с пищей. В тканях и органах рыб озера Вацса содержится 11 тяжелых металлов. Медь, цинк, кадмий, свинец, марганец, кобальт, никель, железо, хром, ртуть, мышьяк содержатся в мышцах, печени и икре основных промысловых рыб (слитков и щуки) в огромных количествах. Содержание кадмия, кобальта и меди в рыбе приближается к пределу допустимых значений. Вниманию привлекают сравнительные металлы, а по некоторым металлам (свинец, никель, кадмий, железо, цинк), даже больше, чем в Блай и Кованских озерах, накопление металлов, как иногда выражается в озере "экологичное".

Роль осадков как источника материалов в озере усиливается большой площадью области его Галактики, как в реках, управляемых снегом и дождевой водой. В его состав входят достаточно высокие показатели водообмена, которые определяются соотношением объема водного потока и объема самого озера. Где вода мелкая и большая часть карты определяет изменение воды в течение года. Озеро имеет слой до 150 см в год, а годовой уровень воды в несколько раз превышает само водоснабжение.

Таким образом, формирование качества воды в озере Вацса существенно зависит от ее пергаментного состояния. Более половины плотника прибывает в апреле-мае, а в мае-июне более 40% годового плотника покидает озеро. В некоторых расчетах основное значение имеет речной поток, который составляет до 95%, а пар имеет относительно небольшую часть.

Замедление водообмена зимой способствует накоплению биогенов, поступающих в озеро, особенно на его землях. Минимальный уровень воды наступает в феврале, когда поверхность озера может быть уменьшена на 52% (до 225 км²), а до 172 квадратных миль может достигать ледниковой зоны.

Весной, когда уровень воды поднимается, замерзший лед плавает, вызывая механическую эрозию верхнего слоя дна. Это приводит к массовой гибели собственной организмов и уничтожению кормления зон для некоторых видов рыб.

Еще одно Красное Озеро из-за какого-то чрезвычайно опасного Перричина. Увеличение слабоумия и повышение в слое ила, изменение водного баланса за счет вырубки лесов на территории кухни, снижение нормативной ценности растительности в режиме озерного фронта. Снижение регулирования стока путем разрушения плотины у истока реки Свид в 1980-х годах пожертвовало свою долю плотины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ структурных перестроек в рыбном населении показал, что модифицированный метод динамического фазового портрета может быть применен к анализу реальных сообществ. Он позволил более полно использовать информацию, заключенную в статистике уловов, выявить равновесную структуру рыбной части сообщества и наглядно представить характер ее динамики при нахождении в равновесии и под воздействием нарушающих воздействий. Проведен анализ изменений его структу-

ры при естественных и антропогенных нагрузках, что позволило описать устойчивое состояние и выявить основные типы изменений в структуре и в функционировании рыбной части сообщества, что является основой для экологического прогнозирования.

Реакция рыбного населения на возрастающее воздействие отличается от простой функциональной связи: воздействие - отклик. При слабых нагрузках траектория системы на фазовом портрете принимает вид раскручивающейся спирали. Наблюдается увеличение амплитуды колебаний разнообразия. Однако само равновесное состояние (координаты точки «притяжения» или «аттрактора») изменяется незначительно. Можно сказать, что в этом случае происходит лишь небольшое (не прерывное) изменение равновесного (стационарного) состояния разнообразия рыбного населения. При усилении воздействия в функционировании рыбной части сообщества наблюдается критическая точка, когда система не может противостоять этому воздействию, и начинается переход в состояние с иными структурными и функциональными характеристиками, при этом динамика разнообразия принимает вид, характерный для формирующихся систем, т.е. изменяется и «точка притяжения». Резкое изменение координат точки «притяжения», к которому стремится структура рыбного населения после прохождения критической точки, свидетельствует о дискретной смене его равновесного состояния в этом случае. Наличие двух фаз в реакции рыбного населения на возрастающее воздействие позволяет прогнозировать состояние рыбного населения, в частности, вероятность появления критической точки в его функционировании. Рассматриваемый метод базируется на выявлении равновесных уровней разнообразия, т.е. зоны устойчивого функционирования сообщества или его части, и степени отклонения от этой зоны. При этом поведение рыбного населения в на-

званных характерных зонах, описанное в терминах и формулах метода фазовых портретов, хорошо согласуется с известными общими закономерностями поведения биологических систем. Известно, что при отсутствии значимых воздействий наличие отрицательных обратных связей приводит к стабилизации системы, а выход ее из равновесного состояния свидетельствует об усилении степени воздействия (Шмальгаузен, 1968).

1. Выявлен высокий отрицательный тренд индекса Шеннона (с 2,25 бит до 1,25 бит) для озера Воже за период с 1940 г. по 2015 г., что свидетельствует об уменьшении видового разнообразия. Видовое разнообразие снижалось при

сужении комплекса доминантных видов и смене доминантов, а также при переходе некоторых видов в малочисленные или редкие с потерей их промыслового статуса.

2. Ответ рыбного населения на возрастание нарушающего воздействия состоит из двух фаз. При слабых нагрузках происходит увеличение амплитуды колебаний разнообразия уловов рыб. При усилении воздействия выше некоторого предела рыбное население переходит в состояние с иными структурными и функциональными характеристиками. Это вызывает необходимость рассмотрения динамики его разнообразия как сложного стохастического процесса. Простое сравнение его величины в различные периоды времени может привести к ошибочным результатам.

3. Для рыбной части сообщества крупного мелководного озера динамика уровня воды является основным среди других природных факторов, определяющим изменение ее видовой структуры. В многоводный период рыбное население находится в равновесном состоянии с более высоким разнообразием и небольшой амплитудой его колебания. При существенном понижении уровня воды водоема оно переходит в состояние, для которого характерны меньшие значения и относительно большие межгодовые колебания индекса разнообразия.

При эвтрофировании, тепловом и токсическом загрязнении озер рыбное население переходит в состояние с меньшим уровнем разнообразия уловов рыб. При эвтрофировании озер величина изменений разнообразия находится в обратной зависимости от величины озер.

4. Каждому историческому этапу формирования ихтиофауны озера соответствует особый тип динамики разнообразия уловов рыб.

5. Равновесное состояние разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ определяется видовым богатством ихтиофауны, обилием хищников, величиной рыбопромысловой нагрузки, продуктивностью, скоростью водообмена, географической широтой (климатическими) и антропогенными факторами, однако для разных групп водоемов значимость каждого из этих факторов различна. Слабые воздействия приводят к небольшим (непрерывным) изменениям равновесного состояния, а сильные - к дискретному переходу в состояние с иными структурными и функциональными характеристиками, т.е. равновесное состояние рыбной части сообщества при слабых нагрузках - непрерывно, а при сильных - дискретно.

7. В зависимости от степени отклонения рыбного населения от равновесного состояния существует 7 типов динамики разнообразия уловов. Это позволяет для водоемов, на которых был хорошо налажен промысел и статистика уловов, по динамике разнообразия и фазовому портрету проводить ретроспективный анализ состояния рыбного населения и экологической ситуации на водоеме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов В.Е., Решетников Ю.С. Мониторинг биоразнообразия в России / Мониторинг биоразнообразия. – М., 1997. – С. 8–14.
2. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 152 с.
3. Одум Ю. Основы экологии. - М.: Мир, 1975. 650 с.
4. Алимов А.Ф. Биоразнообразие как характеристика структуры сообщества // Изв. АН, сер. биол. 1998. № 4. С. 434-439. 215
5. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х томах. М.: Мир, 1989. Т. I. 667 с. Т. II. 477 с.
6. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2001. 147 с.
7. Андронов А.А., Витт А.А., Хайкин С.Э. Теория колебаний. М.: Физматиздат, 1959.
8. Алимов А.Ф. Исследование биоразнообразия в сообществах планктона, бентоса и рыб в экосистемах пресноводных водоемов разной продуктивности. // Изв. АН, сер. биол. 2001. № 1. С. 87-95.
9. Андронов А.А., Леонтович Е.А., Гордон И.И., Майер А.Г.
10. Астраускас А.С. Сроки и продолжительность нереста массовых видов рыб в водохранилище-охладителе Литовской ГРЭС // Биология внутренних вод

11. Никольский Г.В. Экология рыб. М.: Высш. школа, 1974. 367с.
12. Атлас пресноводных рыб России в 2 томах / Под редакцией Ю.С. Решетникова. М.: Наука. 2002. 379 с, 253 с. 216
13. Информ. бюл. 1971. № 11.
14. Болотова Н.Л. Изменения структуры рыбного населения в крупных мелководных северных озерах // Первый конгресс Ихтиологов России. Тезисы докладов. 1997. М.: ВНИРО.С. 141.
15. Болотова Н.Л. Изменения экосистем мелководных северных озер в антропогенных условиях. Автореф. диссертации докт. биол. наук. СПб.: Институт озероведения РАН, 1999. 51 с.
16. Авакян А.Б., Шарапов В.А. Водохранилища гидроэлектростанций СССР. М.: Энергия, 1977. 399 с.
17. Айламазян А.К., Стась Е.В. Информатика и теория развития. М.: Наука, 1989. 174 с.
18. Алексеев В.В. Зависимость числа видов в стационарном сообществе от температуры // Биофизика. 1977. Т. 26, вып. 2. С. 346-349.
19. Быкова В.К. Реки СССР и их рыбохозяйственное использование // Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. Вып. 11. Л.: Изд. ГосНИОРХ, 1972. С. 24-37.
20. Гиляров А.М. Мнимые и действительные проблемы биоразнообразия // Усп. совр. биол. 1996. Т. 116, вып. 4. С. 493-506.
21. Драбкова В.Г., Вильянен М. Современное состояние экосистемы Ладожского озера и тенденции его изменения. // Ладожское озеро. Мониторинг, исследование современного состояния и

- проблемы управления Ладожским озером и другими большими озерами. Петрозаводск: Карел. Науч. Центр РАН. 2000. С. 8-17.
22. Гидробиология озер Лача и Воже. М.: Наука, 1978. 267 с. 1933. С. 380.
23. Дятлов М.А. Рыбы Ладожского озера. Петрозаводск: Карельск. ЦНЦ РАН, 2002. 281 с.
24. Качественная теория динамических систем второго порядка. М.: Наука, 1966.
25. Антомонов Ю.Г. Моделирование биологических систем. Киев: Наукова думка, 1977. 248 с.
26. Антропогенное эвтрофирование озер. М.: Наука, 1976. 200 с.
27. Болотова Н.Л., Зуянова О.В., Зуянов Е.А., Терещенко В.Г. Изменение рыбной части сообщества и уловов при эвтрофировании крупного северного озера // Вопр. ихтиологии. 1996. Т.36, вып. 4. С. 470-480. 218
28. Волькенштейн М.В. Общая биофизика. М.: Наука, 1978. 592 с. 30. Болотова Н.Л., Коновалов А.Ф. Рыбное население Шекснинского водохранилища. // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища: 2002. Ярославль: Изд-во ЯГТУ. С. 211-279.
29. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Наука, 1974а. 448 с.
30. ихтиологии. 2000. Т. 40, № 2. С. 282-285.
31. Гиляров А.М. Индекс разнообразия и экологическая сукцессия //
32. Гиляров А.М., Горелова Т.А. Корреляция между трофической структурой, видовым разнообразием и

биомассой зоопланктона северных озер // Зоол. журн. 1974. Т. 54, вып. I. е. 25-33.

33. Дажо Р. Основы экологии. М.: Прогресс, 1975. 415 с.
34. Зуянова О.В. Изменения в структуре рыбной части сообщества озера Воже. Автореф. канд. биол. наук. СПб.: ГосНИОРХ, 1994. 18 с.
35. Козлов В.И. Экологическое прогнозирование ихтиофауны пресных вод в связи с сохранением биологического биоразнообразия и созданием устойчивых рыбных сообществ. СПб. 1995. Дис. ...докт. биол. наук. 46 с.
36. Кудерский Л.А. Динамика стад промысловых рыб внутренних водоемов. М.: Наука. 1991. 151 с.
37. Кудерский Л.А. Акклиматизация рыб в водоемах России: состояние и пути развития // Вопр. рыболовства. 2001. Т. 2. № 1(5). С. 6-85.
38. Морозова Н.Н. Рыбы Белого озера и их промысловое использование. // Рыболовство на Белом и Кубенском озерах. Вологда. 1955. С. 60-110.
39. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 327 с.
40. Уотерман Г.Т. Теория систем и биология: точка зрения биолога // Системные исследования. М.: Наука, 1970. С. 164-186.
41. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 288 с.
42. Свирижев Ю.М., Логофет Д.О. Устойчивость биологических сообществ. М.: Наука, 1978. 352 с.
43. Терещенко В.Г. Индексы для оценки биологического разнообразия сообщества и методы анализа его динамики // Динамика биолог и-

ческого разнообразия водоемов Верхней Волги. Ярославль: ИБВВ РАН, 20026. С. 143-154.

44. Терещенко В.Г., Мострюков А.О. Алгоритм выявления критической точки в функционировании реальных сообществ гидробионтов // Сб. научн. Трудов конференции. «Математика, компьютер, образование». Вып. 6. Часть 2. Москва, 1999. С. 521 -535.
45. Терещенко Л.И., Терещенко В.Г. О точности информационных характеристик
46. Салманов М.А., Манафова А.А. Эвтрофирование и соотношение первичной продукции и деструкции органического вещества Мингечаурского водохранилища // 5 Съезд ВГБО. Тез. докл. Куйбышев, 1986. С. 209-210.
47. Решетников Ю.С. Идеи Г.В.Никольского о фаунистических комплексах и их современное развитие // Современные проблемы ихтиологии. М.: Наука, 1981. С. 75 -95.
48. Науменко М.А. Новое определение морфометрических характеристик Ладожского озера//Докл. РАН. 1995. Т. 345, №4. С. 514 -517.
49. Кудерский Л.А., Печников А.С. Динамика рыбного населения озера // Ладожское озеро: прошлое, настоящее, будущее. СПб.: Наука, 2002. С. 224-237.
50. Животовский Л.А. Показатель внутривидового разнообразия // Журн. общ. биол. 1980. Т.41, №6. С. 828-836.222.
51. Петросян В.Г. Принципы и методы оценки разнообразия биологических систем на разных уровнях иерархии с применением BIOSYSTEM 96 // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии. М.: ИПЭЭ РАН, 2000. С. 244 -256.

52. Терещенко В.Г. Принципы выбора оптимального количественного показателя в биологических исследованиях // Биологическое разнообразие, охрана и воспроизводство лососевидных рыб. М., 1994. С. 147-149.
53. Терещенко В.Г. Функциональные основы формирования и поддержания устойчивых уровней разнообразия рыбного населения озер и водохранилищ // Изучение и охрана разнообразия фауны, флоры и основных экосистем Евразии. М.: ИПЭЭ РАН, 2000. С. 314 -316.235