

«

»

• •

, • •

-

1-33 01 02 «

»

336.71 (075.8)  
65.262.10 73  
-802

... :  
... , «  
»  
« », ,

«  
»

- 802 , ... :  
1-33 01 02 « » / ... ;  
... ; - ... ,  
2009. - 145 . : ... ,

ISBN

... ,  
... ,  
... ,  
- 1-331 02 « ».

336.71 (075.8)  
65.262.10 73

ISBN

© ... , ... , 2009  
© « ... » , 2009

	.....	4
1	« » .....	5
2	.....	8
1	.....	8
1.1	, .....	8
1.2	.....	9
1.3	.....	10
1.4	.....	16
2	.....	18
2.1	.....	18
2.2	.....	19
2.3	.....	22
2.4	.....	27
2.5	.....	31
3	.....	33
3.1	.....	33
3.2	.....	34
3.3	.....	36
4	- .....	37
4.1	- .....	37
4.1.1	.....	37
4.1.2	.....	39
4.1.3	.....	39
4.1.4	- .....	40
4.2	, .....	41
4.2.1	.....	41
4.2.3	.....	44
4.2.3	, .....	45
4.3	.....	46
4.3.1	.....	46
4.3.2	.....	50
4.3.3	.....	51
4.3.4	.....	51
4.4	- .....	52
5	.....	55
5.1	.....	55
5.2	.....	56
5.3	.....	57
5.4	.....	57
5.5	.....	57
5.6	.....	58
6	.....	59

	6.1	.....	59
	6.2	.....	62
	6.3	.....	63
7		.....	64
	7.1	.....	64
	7.2	..	65
	7.3		67
	.....		
	7.4	.....	73
	7.5	.....	76
	7.6	.....	82
8		.....	83
	8.1	.....	83
	8.2	.....	84
	8.3		85
	.....		
	8.4	.....	
		,	
	.....		87
9		.....	87
	9.1	.....	87
	9.2	.....	90
10		.....	94
	10.1	.....	94
	10.2	.....	97
	10.3	,	100
	.....		
	10.4	.....	103
	10.5	.....	104
3		.....	107
4		.....	135
	.....		143





5

: , , ,  
 . : . :  
 - . . . . .

6

, . ,  
 . . . . .  
 . . . . .

7

. . . . .  
 . : , , .  
 . : , .  
 . . . . .

8

, . , : ,



10

10.1

10.2

10.3

10.4

10.5

10.1

I

95

1914 . 50

20-

100

1928 .

1928 .

33-

30-

7

1936 .

1945 . 1960 .

1946 . -

1947 .

1949 .  
, 13

1949 .

10 , 1953 .

1954-1955 .

40- 50-

« » (1965 .).

60-

( )

400

«

» (1960 .).

1965 .

«  
(1985).

«  
(1970 .).



( )  
32 %

95 %-  
.

, 57,3%

38,4%

(37,1%)

(27,7%).

( )

10,8

75%

2,3 15,9<sup>3</sup> / , 13 %

50%

28%.

( 30%)

28%,

34%.

3 %

7%

5-

), (

(

(

10.3

-9 ,

(

-24,8 ,

-0,71<sup>3</sup>).

80<sup>2</sup>,  
20 %

( 280<sup>2</sup>)

- 58%

13%.

5 ,

30%

10 ,

12 .

-

( 30).

80-

( 3).

80-

,  
 ,  
 ( - - ,  
 )  
 - 40,8 <sup>2</sup>, - 2,9 , -  
 27,35 . <sup>3</sup>, - 187 <sup>2</sup>.  
 - , . - ,  
 , . « -  
 ». 50-60-  
 , , , .  
 : 1,5 ,  
 , ,  
 ,  
 .  
 9 , - 130,5 <sup>2</sup>. 1,56 <sup>2</sup>, - 0,6  
 . « », .  
 , , - 1020 <sup>2</sup>,  
 - 328 , - 87,9 . <sup>2</sup>,  
 - 33,2 . <sup>2</sup>,  
 666 <sup>3/c</sup>. , , , -  
 , , XIX-XI  
 « ». ( 937 ,  
 - 459 , ,  
 - 34,6 . <sup>2</sup>,  
 - 214 <sup>3/</sup> , - 685 <sup>3/</sup> ,  
 - 0,6-0,8 /c.

1976 . - ( )  
 ) ( )  
 ( - )  
 400 . <sup>3</sup>,  
 4-5 . ( ) -  
 - 13 , - 27 , 63,8 <sup>2</sup>,  
 - 137 , - 4000 <sup>2</sup>,  
 - 400 . <sup>3</sup>. 2,5 .  
 1-1,5 . (« »),  
 , , , , , .  
 , .  
 - 498 <sup>2</sup>, - 264 , - 186 <sup>3/c</sup>. - 11  
 - 700 , - 117750 <sup>2</sup>.  
 - 364 <sup>3/</sup> .  
 50 120% , , , , , -  
 ( , , , - , )  
 1838 . 761 , - 121 . <sup>2</sup>.  
 800  
 50 . .  
 - 383 <sup>3/c</sup>, ( ) - 450 <sup>3/c</sup>.  
 , , .

50-100% ( ) - 7,0 8,1. 10-20% .  
 , , , ,  
 - - 493  
 , - 21700 <sup>2</sup> . 111,6 ( (3410  
 - 91 ). 0,17 % . (0,38  
 ) - 16220 . (100 ) 207 <sup>3</sup> / ,  
 / <sup>2</sup> . - 219 <sup>3</sup> / .  
 - 613 .  
 / <sup>2</sup> . 24500 (425 <sup>2</sup> ) 8490 . 0,35  
 142 <sup>3</sup> / . -

10.4

, ,  
 .  
 .) « » (1995  
 1832 ,  
 2338  
 363 , 134 10 .  
 :

(Rotifera),

,  
 400 , 20% .  
 (Cladocera)  
 94 , 50 %  
 154 ,  
 100, - 96 .  
 78 (Copepoda),  
 505 .  
 59 , 18  
 14,

0,8%

14 (20 %  
 ),

10.5

«

1895 .

».

I .

24,4

<sup>3/</sup>

58,8%

31,5<sup>3/</sup> (

57,9).

10.1.

10.1 –

( )

	,	,	<sup>2</sup>
	700	117750	
	495	51370	
	493	21700	
	613	24500	

0,7 / .

0,5-

400 .

200 .

( 55 %).

60-

160 .

50 –





1

1.1

1.2

1.3

1.4

1.1

– , oikos – ( , logos – ), . hydor  
 , [1].

•

•

•

•

•





VIII I

70-

I

1868

70-

1891

»,

«

( )

« »

1928

«Binnengewasser» (1935),

(Thienemann).

«Das Leben der Volga».

«

».

20-

30-

«

»

(

)

... « ... » (1940 .),

,

30-

« ... »,

50-

60-

60-

-

-

-

;

;

-

;

«

»

«

»

(1979 .).

,

,

Naumann, 1932).

(Thienemann. 1925;

I

I

( )

I

« »

«

»,

## 1.4

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

:

;

;

;

;

;

;

;

;

.

—

.

,

,

,

,

.

—

,

,

—

,

,

—

,

—

.

.

,

,

—

.

.

,

,

,

,

,

.

,

,

,

.

,

,

.

:

• ,  
( , ,  
• . .). ,  
• ,  
• ,  
( —  
• ). ,  
• , , ,  
• , . , ,  
• , , , ,  
• , , , ,  
( , . .). ,  
• , .

- 2.1
- 2.2
- 2.3
- 2.4
- 2.5

2.1

- 1)
- 2)

« +15 ° ),  
».

,  
 ,  
 .  
 ,  
 ,  
 .  
 :  
 ;  
 .  
 ,  
 ,  
 .  
 .  
 ,  
 .  
 : — , —  
 , — ,  
 .  
 ,  
 ,  
 ,  
 — ,  
 , , , —  
 ,  
 ( ,  
 +15 ° ),  
 ».  
 ,  
 — ,  
 ,  
 ,  
 .  
 ,  
 ,  
 ,  
 .  
 ,  
 ,  
 .

2.2

« »

( ),

),

,

-

( )

( 2.1) 1390 .<sup>3</sup>

2,5 .

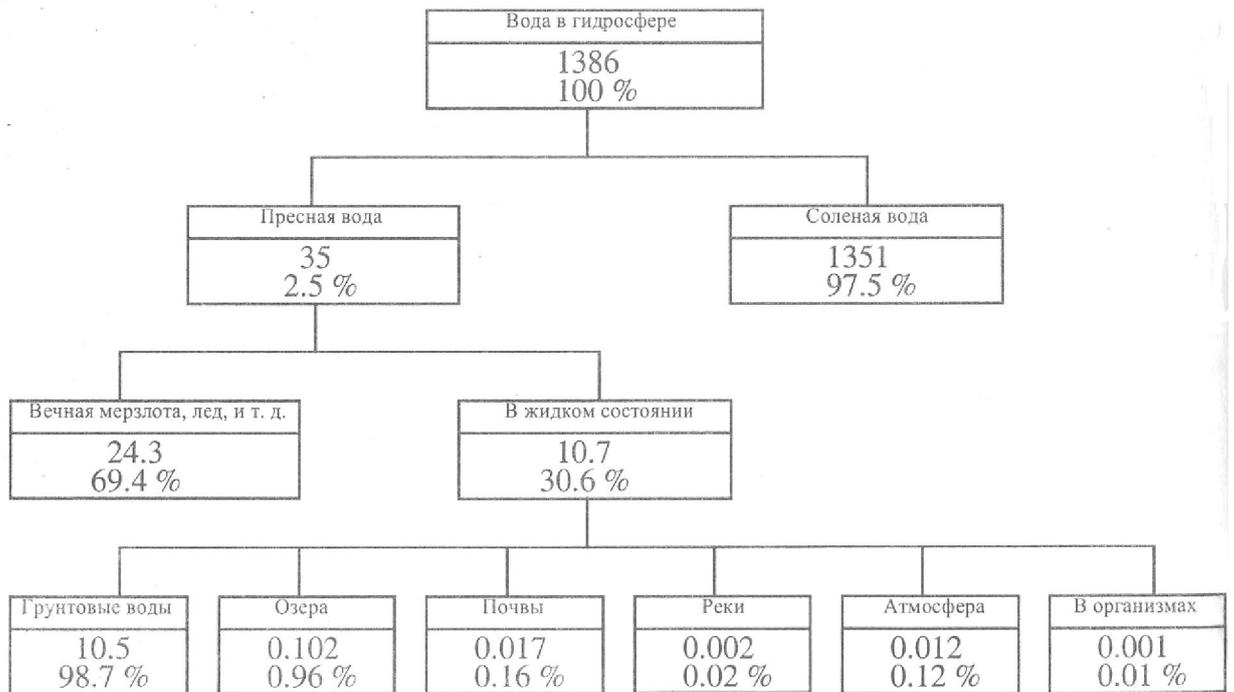
...

2.1,

[3]  
( 2.1)

2.1–

	361,26	1340,74	3711	96,49	–
(	134,73	23,40	174	1,68	–
)	134,73	10,53	78	0,76	29,39
	82,00	0,02	0,24	0,001	0,06
	16,23	24,87	1523	1,79	69,41
:	13,98	22,41	1603	1,61	62,55
	1,80	2,34	1300	0,17	6,53
(	0,23	0,08	348	0,006	0,22
,					
,					
-					
,					
,					
)	0,22	0,04	182	0,003	0,11
	21,00	0,30	14	0,022	0,84
	2,06	0,18	87	0,013	–
:	1,24	0,09	73	0,0065	0,25
	0,82	0,09	110	0,0065	–
	2,68	0,01	3,73	0,0007	0,03
	148,84	0,002	0,013	0,0001	0,006
(	510,10	0,001	0,002	0,0001	0,003
,					
)	510,10	0,01	0,02	0,0007	0,03
	510,10	1389,53	2724	100	–
	148,84	35,83	241	2,58	100
.					
				2	3,
	–	1	.	3.	



2.1 –

( $\cdot 10^6$  <sup>3</sup>)

(96,5%).

2,58%

,

(1,78%

69,3%

).

,

,

53 ,

64 .

8000 ,

,

,

29,4%.

0,006%,

– 0,25%,

, – 0,03%

,

4,2 . <sup>3</sup>,

0,3%

,

,

1/5

.

.

,

,

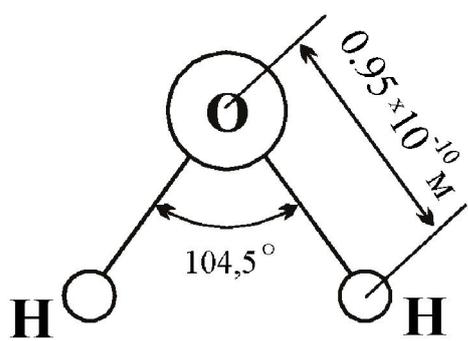
2.3

—

- — ; — :
- — — ; — :
- — . — ;
- — ( — )
- — (+4 ° — ) .
- — ;
- — . — ;
- — — 3,98- 4 °
- — (+4 ° ), — — 4 °
- — ( — ) ( — ) .
- —
- — 0 4 °
- —
- — ; — 0 °
- — ; — 0 ° .
- — ; —
- — ; — 4 ° ,
- — ; —
- — ; —



1000° .



( 2.2).

2.2 –

10

( 5 )

(

4

)

( )

2

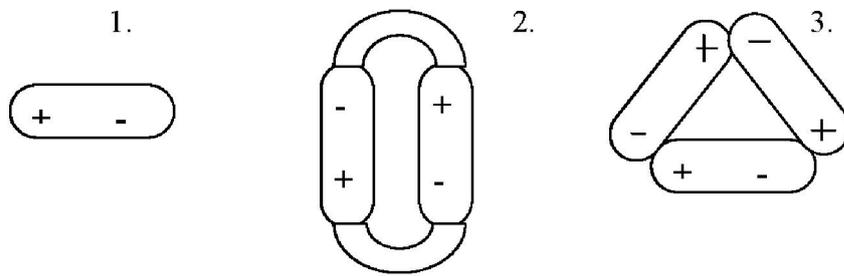
4

: 2

2

)

( 2.3).



1 -

2 ; 2 -

( 2 )<sub>2</sub>; 3 -

( 2 )<sub>3</sub>

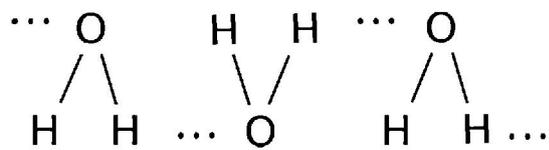
2.3 -

[4].

100°

( ).

( 2.4).



• • • \_

2.4 -



Водяные пары в атмосфере (13)



(  
(10<sup>12</sup>) )

2.5 –

72 . 3 –

0,037%

( 2.2).

17 ,

380 .

- 10000  
2500 .

( )  
63 .

1400 .

2.2 - ).

( )

	12-16
	18-26
	1
	5
	17
	1400
	2500 ( 63 )

2.6

110000 <sup>3</sup>[5]. 63000



2.6 –

$10^3$  /

47000<sup>3</sup>

«  
».

«  
».

9000

3500

12500

[4].

34500<sup>3</sup>

;

25

0,5

1-1,5

(0,3-0,4

)

«

»

«

»

$65 \cdot 10^{10}$

12

1,2

<sup>3</sup>,

36

<sup>3</sup>.

9

—

2600

2.5

1.

—

,

—



2. - -33%.

3. ,  
4. -  
5. -

10-12%

90%.

10%.

6. ( ,  
) .

: - ,  
,

( , 20 ,  
150-200-250 ),

, 0,5 .<sup>3</sup> , 1 .  
( . ., 1974) , 2000  
, 6000<sup>3</sup> .  
10 - 15 ,

3.1

3.2

3.3

3.1

— . ( ) ,  
( , , ) .  
3,8 .

1) ( , , ) ,  
( ) .

200-500 .

2) ( , , ) , 3-4

3) ( ) .  
( , 3.1) .  
\_\_\_\_\_ ( ) .

- — , :
  - ;
  - ( ) — , ;
  - — , .
- 6-7



( ), ( ) : ( ),

,

( 3.2)



3.2 -

( [2])

( , )

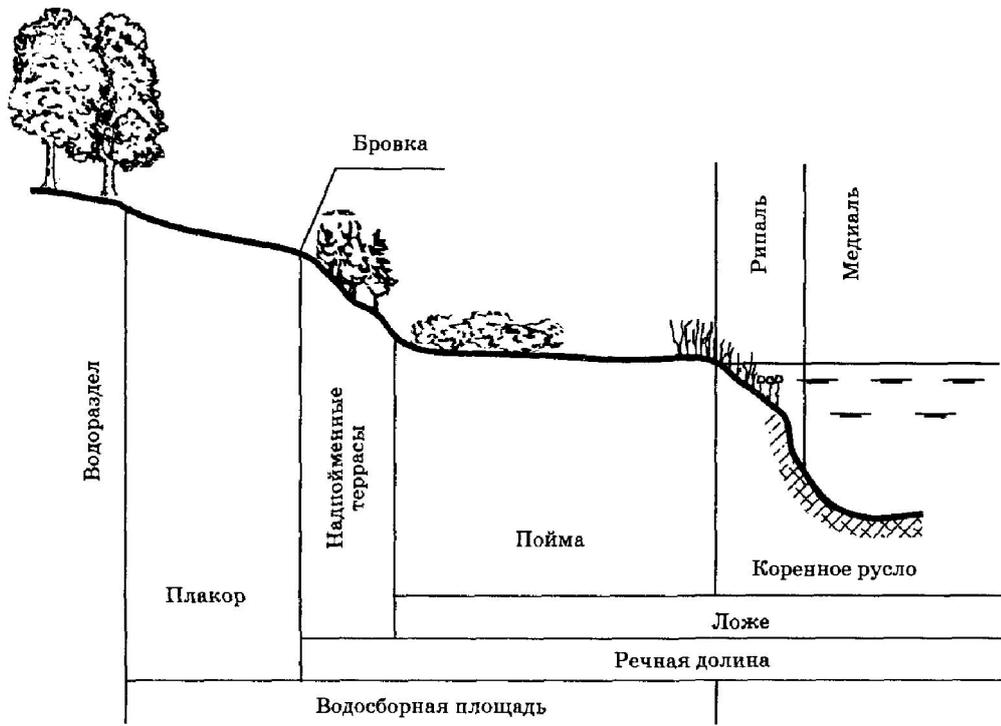
( ), ( )

( ) ( )

).

( )





3.3 –

( [2] )

- ( ) –
- ( );
- ( , ) .

;

:



• ; — , , ,  
 • — , , ;  
 • — — ;  
 • — ;  
 • , — ; — ,  
 • — , .  
 . . , , , ,  
 ( ) ,  
 , , .  
 — , ,  
 , [6].  
 ), ( .

#### 4.1.2

— , .  $n$  (n).  
 $1 / , 1$   
 $1 (10^{-5}) 1^2$  .  
 ( ) .  
 ( — 3950 ) .  $10^{\circ}$  1,31 ,  
 . ,  
 .

#### 4.1.3

4 ° 1 / 3,

0,9168,

4 °

1,347 / 3,

10,3

9,986

( 4 ° )

1 ,

– (bathos – ),

;

–

4.1.4

1,0  
) ,

(10-100 )

( 1 ) .

0,01 , 0,01-0,1 0,1-  
(0,1-1,0 ), (1-10

(  
5%),  
30%),  
50%).

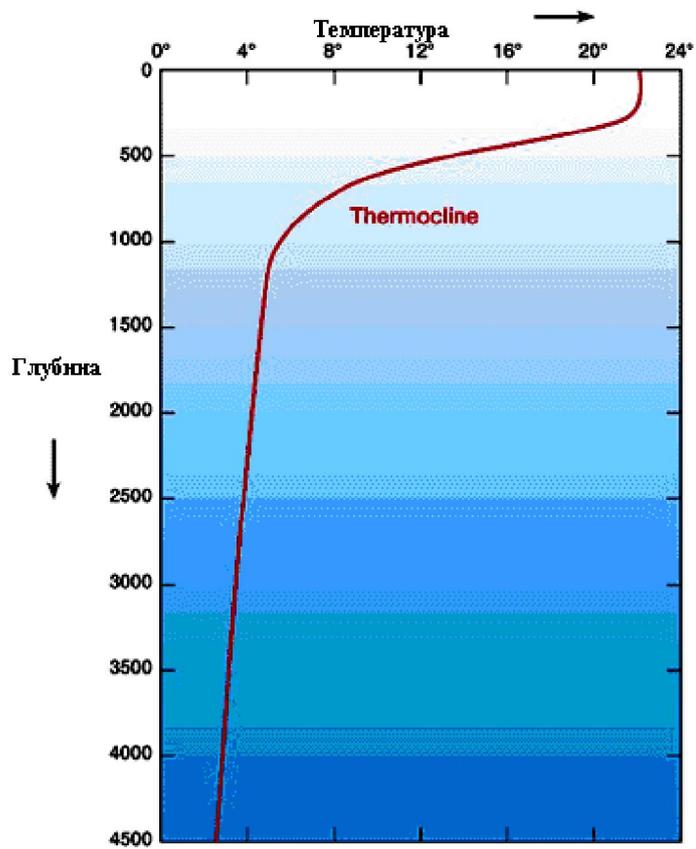
( 0,01 )  
( 30-50%)

( 5-10%),  
(

(  
( 10-



и ( 4.1).  
15-100 .



4.1 –

и и и ,

и и и ,

( ),  
( ),  
4° ,

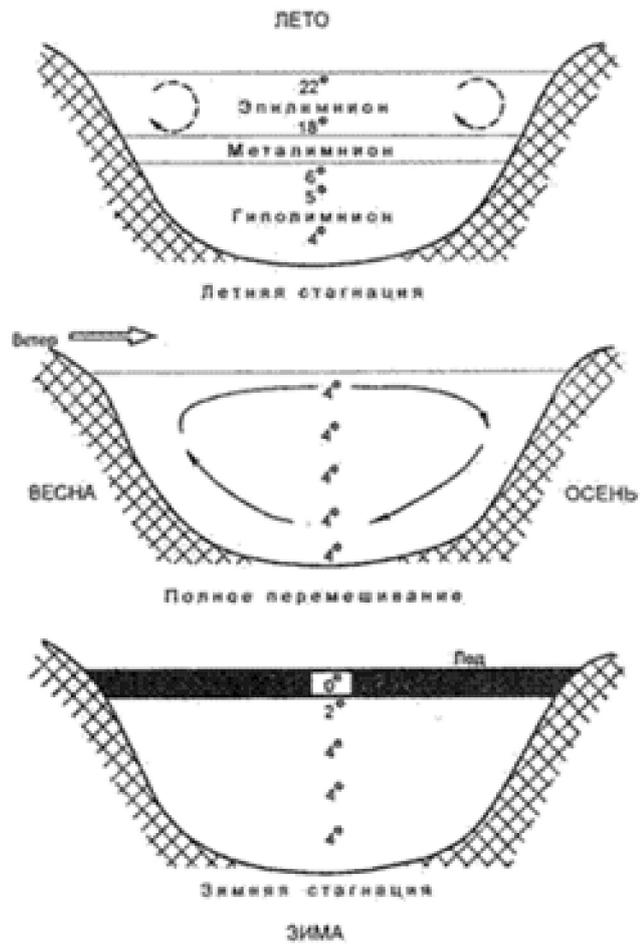
4° .

4 ° ,

4 ° ( 4.2).

4 ° ,

4 ° ,





( ) 1 , ( ) ). :

=1,7/

5-10% 1-2 1  
/ 2. . , 2  
0,05-0,1 / 2. 20 -0,01-0,02 30 -0,0005-0,001 / 2. . 0,003-0,01  
10-20

10  
0,05-0,1 / 2. 20 -0,01-0,02 30 -0,0005-0,001 / 2. .  
- -  
- -

3 . ,  
u , . -

4.2.3 ,

( , ).

4.3

4.3.1

4.3).



4.3 –

0,04898,  
(210  
10,29

2 1  
2.

), 1

0 °

210 · 0,04898 =

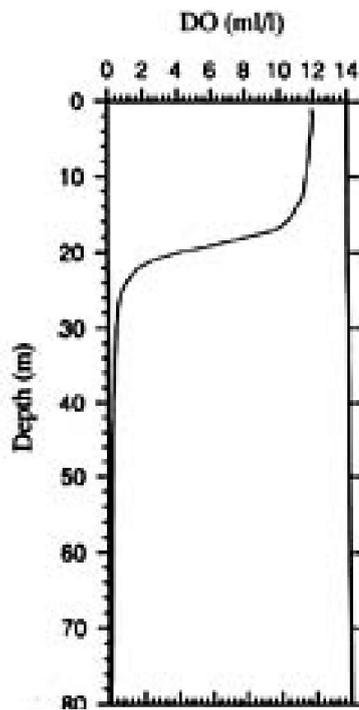
( ) ,

150-

1000

( ) ,  
( 4.4).

10-15%



4.4 -

u u .

— ( ), ;  
 — u u ( ),

/ <sup>3</sup>.

5- ( 5)

- 1 / <sup>3</sup>;
- 2 - «- ;
- 3 - «- ;
- 5 - «- ;
- 10 - «- ;

20 <sup>20</sup>,

\_\_\_\_\_.

, ( 4.5).  
 0 ° 1,713.  
 0 ° 1 0,514 (0,3 / )  
 2.

2

2

2



4.5 –

2

50 / 3,

2,

150-250 ,

[6].

( 700 / 3)

S H<sub>2</sub>S 4.

H<sub>2</sub>S

\_\_\_\_\_

, - . - 80- 90 %

. 4 .

### 4.3.2

0,4%; - 13,2 - 6,9%. 88,8%, - 10,8, - 79,9%, (S).

<sup>0/00</sup> n , . . <sup>0/00</sup> 1 , 1 1

- n (S 0,5 <sup>0/00</sup>)
- , (S=0,5-30 <sup>0/00</sup>), :
- (S=0,5-5 <sup>0/00</sup>)
- (S=5-18 <sup>0/00</sup>)
- (S=18-30 <sup>0/00</sup>)
- , (S=30-40 <sup>0/00</sup>)
- n , (S 40 <sup>0/00</sup>).

2 <sup>0/00</sup>. 35 <sup>0/00</sup> 1-

:



2-3 :

1<sup>3</sup> ( )

4.4

\_\_\_\_\_.

25° 10<sup>-14</sup> -

1<sup>3</sup> .

+ 10<sup>-7</sup> - 10<sup>-7</sup> / 3<sup>3</sup>)

+

n me  
7-

7-

7.

10

6,5  
10-

8,1-8,4.  
6,5 7,5 -

3,4  
7,5

2

7,

5-6

( ) ,

\_\_\_\_\_.

- h, ( ).  
 . h ( ).  
 , ( + )  
 , rH ( rH<sub>2</sub>),  
 rH,  
 , - Eh,  
 rH,  
 , -  
 r, . . .  
 Eh, rH :

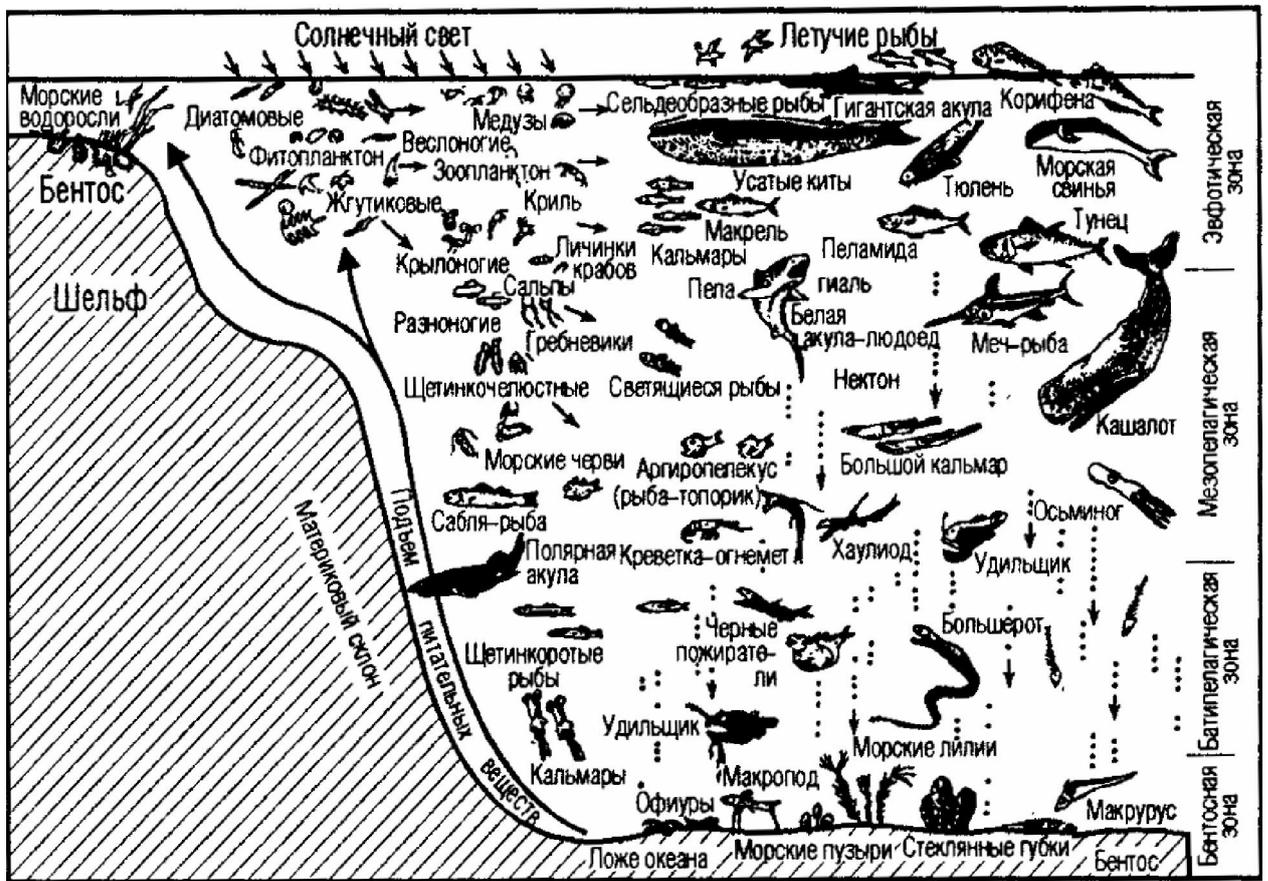
$$Eh = 0,029(rH - 2pH).$$

, Eh=300-350 , . . .  
 , rH=35-40.  
 , Eh , rH  
 15-12.

- 5.1
- 5.2
- 5.3
- 5.4
- 5.5
- 5.6

5.1

( . planktos – , ) –  
 ,  
 .  
 – ,  
 .  
 .  
 ( 5.1). , – ,  
 .  
 ,  
 .  
 : ( ;  
 ); ( );  
 ( – ); )  
 ( ( ) ).  
 :  
 Ø –  
 Ø ( ); ( , ) –  
 ;  
 Ø – ;  
 Ø – ( ;  
 , ;  
 Ø – ;  
 Ø – .



5.1 –

5.2

( . nektos – ) –

45–50 / ,  
100–110 / , - - 130 / .

5.3

pleusis

### 5.4

neustos

### 5.5

(benthos

∅

∅

∅





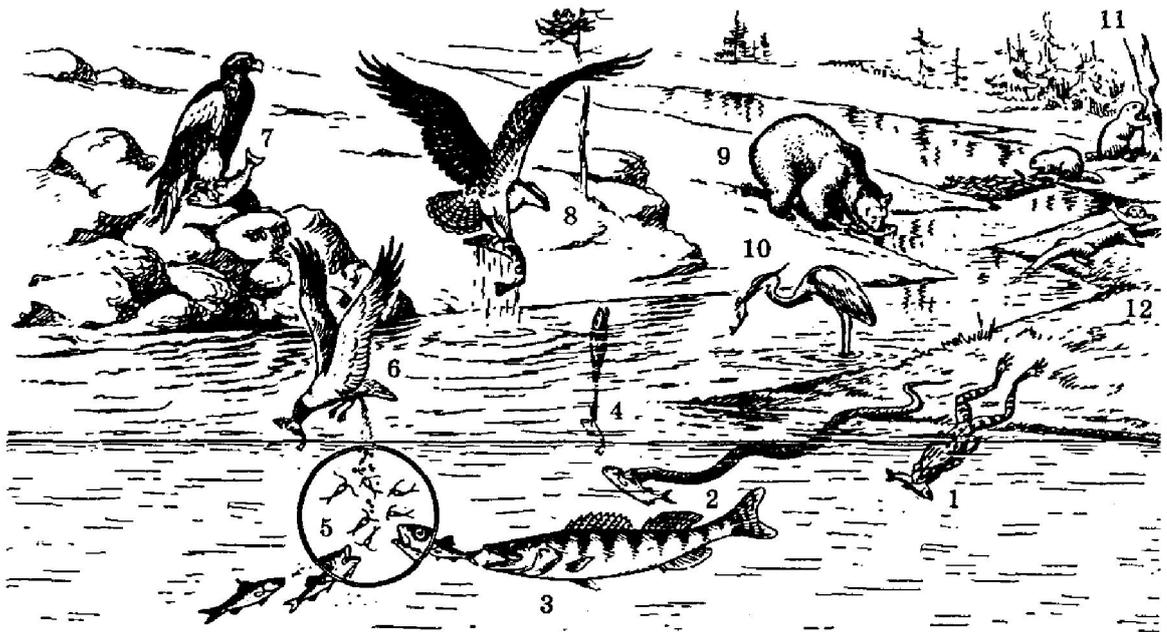
6.1

6.2

6.3

6.1

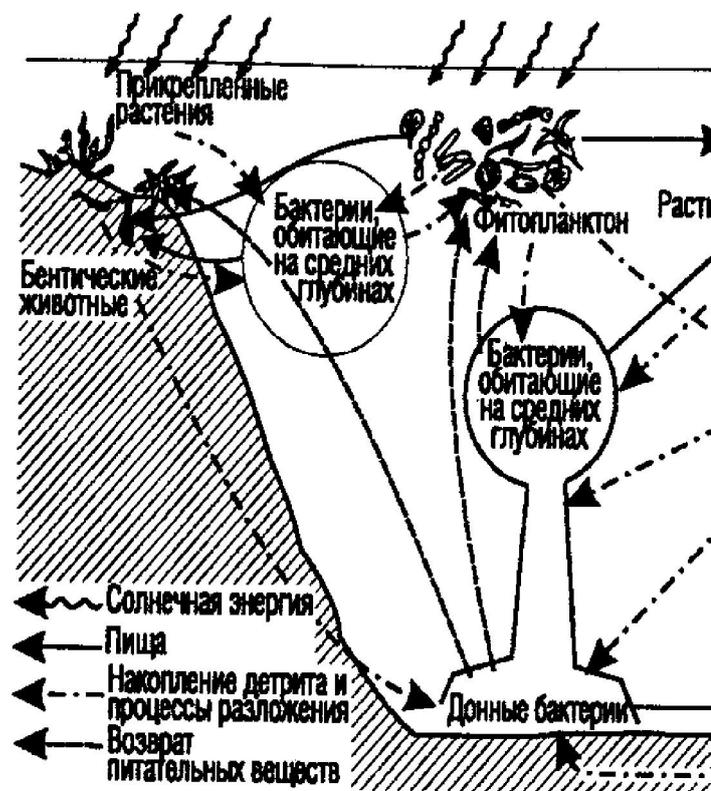
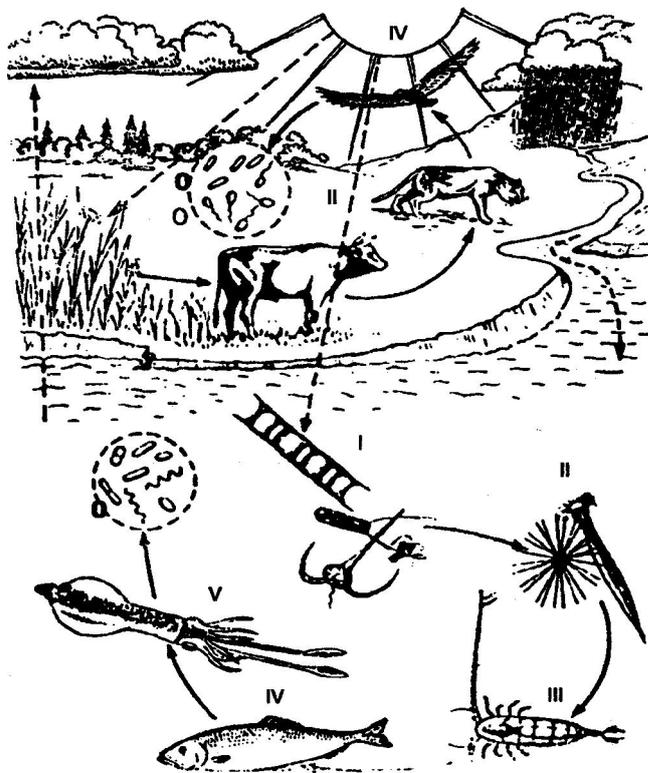
— , , ( . ),  
 ( ).  
 « »  
 .  
 : « » ( ), « » ( ) « » ( ).  
 ,  
 ( 6.1).



1- , ; 2- ; 3- ; 4-  
 - ; 5- ; 6- ,  
 ; 7- ; 8- ; 9-  
 ; 10- ; 11- ; 12-

6.1 -

6.3).



6.2 —

I – ; II – ; III, IV, V – ; 0 –

6.3 –

,

.





- 7.1
- 7.2
- 7.3
- 7.4
- 7.5
- 7.6

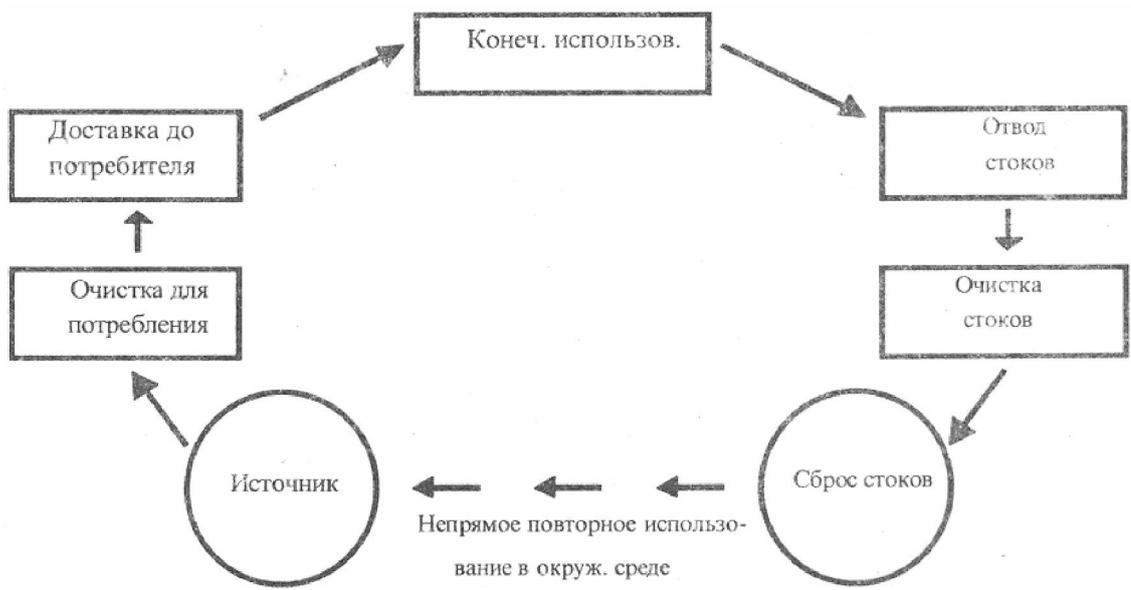
7.1

1/5

2/3

[2].

( 7.1).



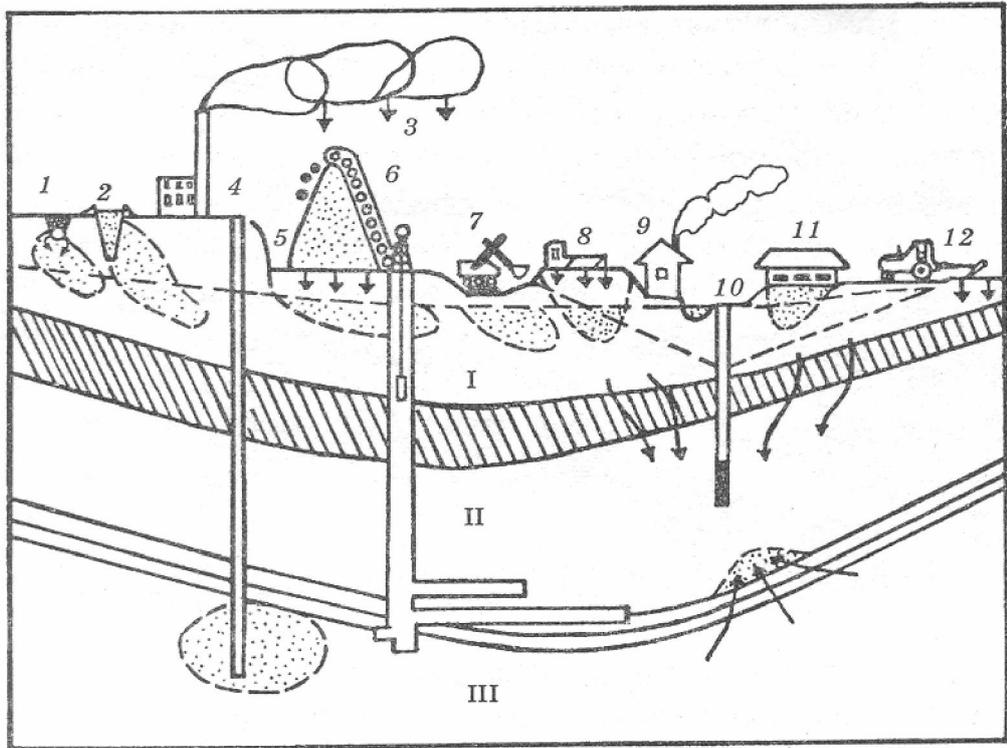
7.1 –

70%

30%



( 7.2).



I- , II- , III-  
 , 1- , 2- , 3-  
 , 4- , 5- , 6-  
 , 7- , 8- , 9-  
 p , 10- , 11-  
 , 12-

7.2-

. . [6].

( ) ,

.

,

,

20-30 ”

,

.

,

,

,

-

.

,

.

,

.

### 7.3

,

,

,

,

,

.

:

∅

-

( ,

,

,

.),

.

∅

;

-

.

( ,

.)

( ,

,

),

∅

,

)

-

;

,

,

∅

;

-

,

,

,

∴

Ø

—

,

, « »

.

.

,

.

\_\_\_\_\_.

,

,

,

,

,

.

u

(

,

)

.

,

(

. eu —

, trophé —

,

).

«eutroph»

1928 .

.

«

»

«eutrophication»

...

1967 .

,

.

—

,

—

(

,

),

,

—

,

,

.

(

,

).

.

,

,

,

,

...

—

.

,

,

,

« »

,

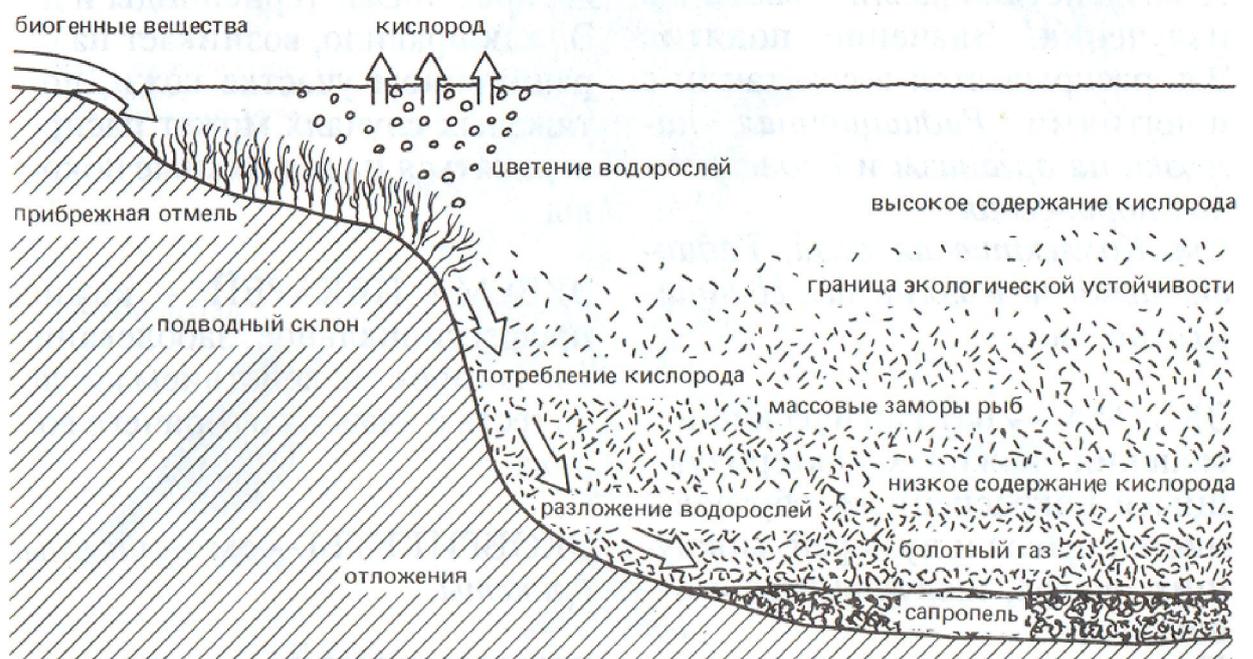
,

,

(

7.3).

[6, 7].



7.3 –

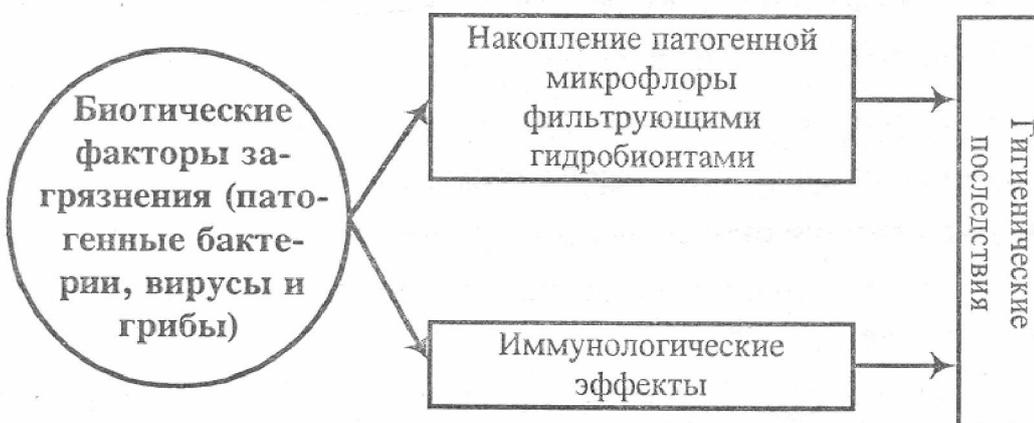
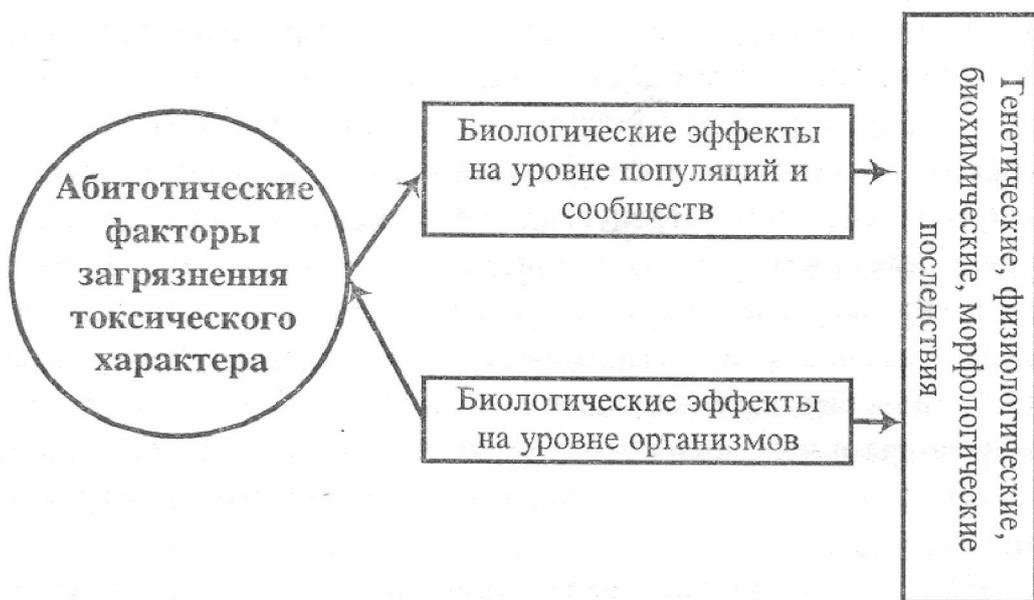


, , . :  
, , .  
\_\_\_\_\_ .  
300 .<sup>3</sup> , 90%  
[6].

, , .  
, , .  
( , , ( ) ),  
( , , .  
( 7.4):

ü  
ü  
ü  
ü  
ü  
ü  
ü  
« »;  
;  
;  
;  
;

, , .  
, , .  
— ,





( 100 ),

60- . 20

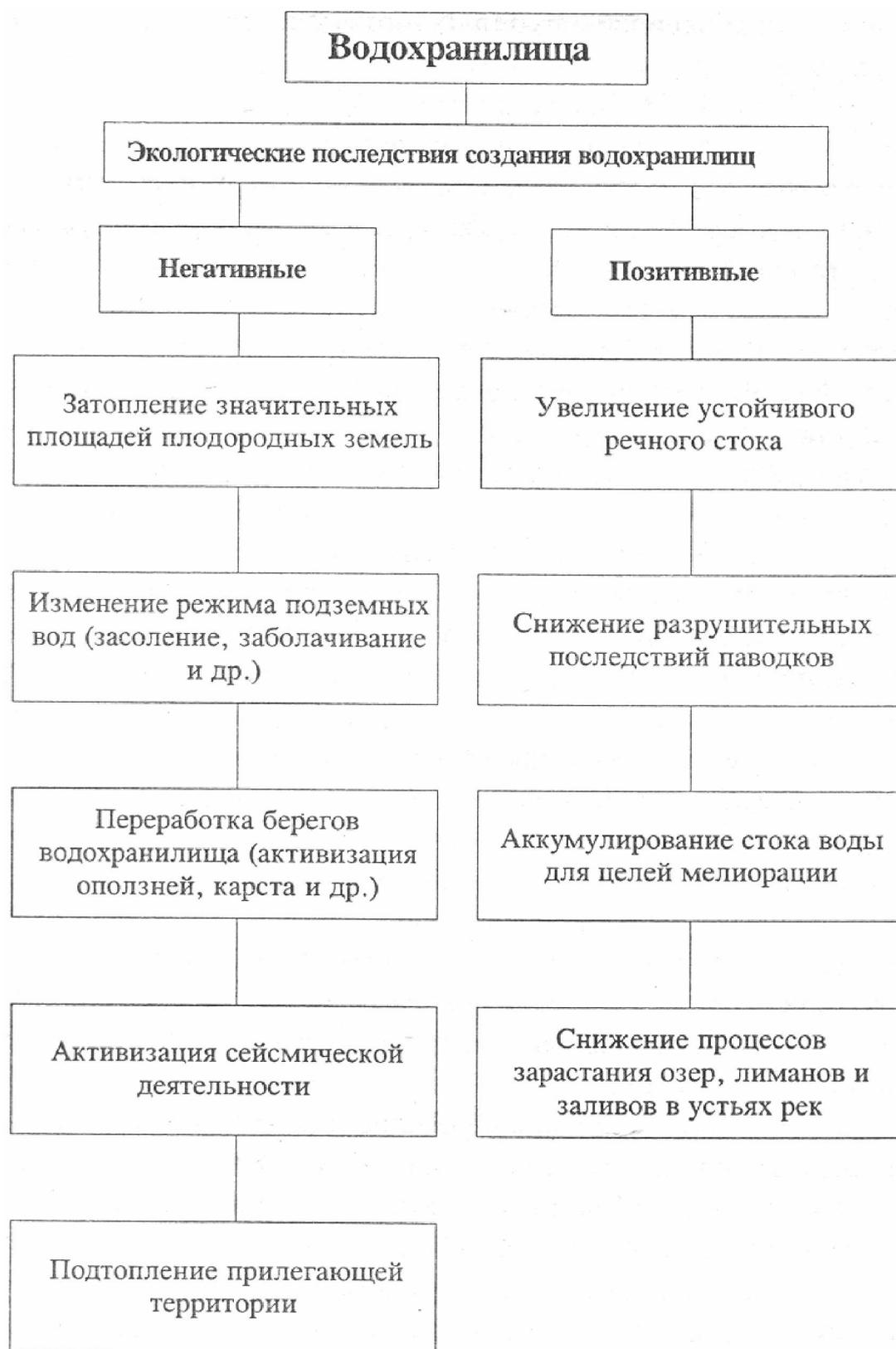
2,5

13 ,

[6].

( ) ,

( 7.4) -



7.4 –

7.5

- , ( , ); ,
- , (
- );
- ( );
- , .

, .

, , . 75 .

, : «80%

».

80% 10 , 2

5 5 , 90% 30%

, ( 7.2).

, ( 1,5 / 3).

, .



1500.  
6000  
30%

[9].

60%

( )

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ »,

:

,



/ , . ,

.  
.

- .  
,

) ( ,

. , ,  
.

, . ,

, .

, . ,

. ,

« ...»,

( / <sup>3</sup>, - 0,08 / <sup>3</sup>, 45 / <sup>3</sup> ( - 40,0 / <sup>3</sup> -

( ) ).

22 / <sup>3</sup> - 45 / <sup>3</sup>,

- 50 / <sup>3</sup>, - 45 / <sup>3</sup>.

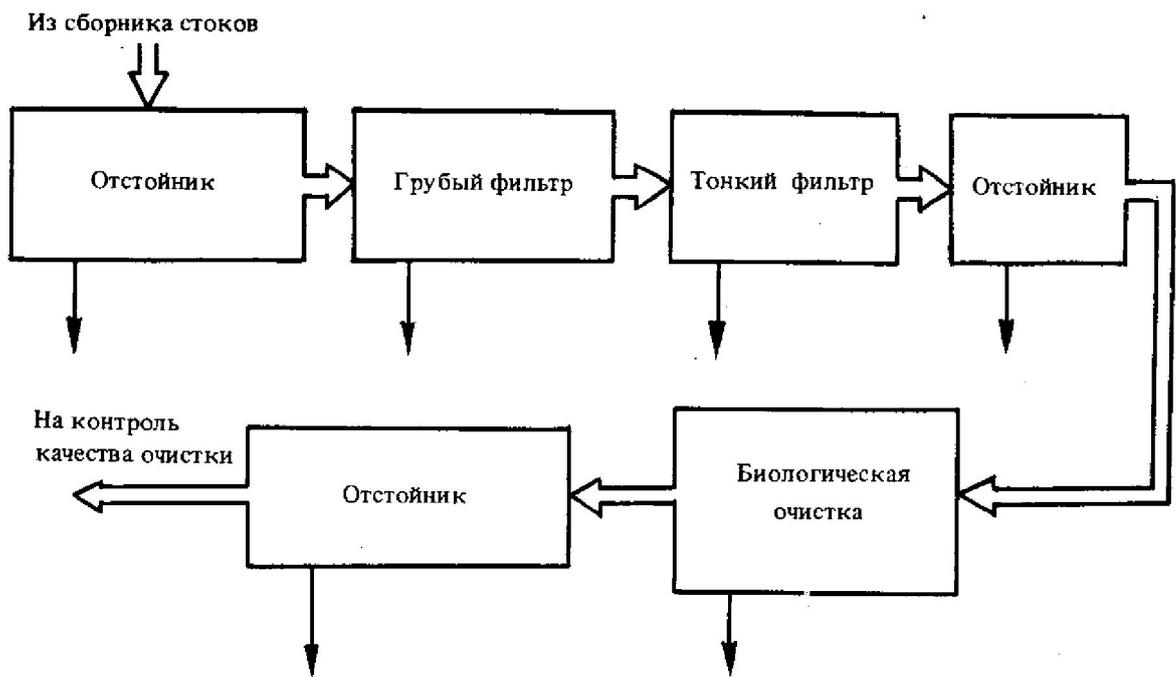
. - ,  
. ,

.

7.6

( )

7.5.



7.5 –

90 %

70-

.

,

,

.

-

.

8

8.1

8.2

8.3

8.4

,

8.1

,

,

,

,

,

,

.

,

,

.

,

,

,

.

,

,

,

.

,

.

.

,

—

,

.

8.2

,

,

.

\_\_\_\_\_

—

,

.

\_\_\_\_\_

,

.

.

\_\_\_\_\_

.

,

.

.





— , , .  
, , ,  
( ) .  
( ) .

8.4

- , ;
  - — , ;
  - — , ;
  - , ;
- ( ), , ,



9.1

9.2

9.1

[10].

(WFD) 2000 .

1)

2)

3)

1)

2)

3)

4)



( )

,

,

.

,

,

.

,

.

,

.

,

.

-

,

,

,

.

( )

,

,

.

.

.

,

,

.

,

,

,

.

-

.

.

,

.

.

,

,

.

,

.

1-2

(

).

(

)

(

)

















), ( : ( ) .

( . fauna - ) - ,

- ; ;

- ( . Flora - ) ,

- ,

- , -

( , , ) .

( ) -

-

- ( oikos - topos - ) ,

- ,

-



-

1-33 01 02 « »

. .  
. .  
. .

02330/0133208 30.04.04.  
. 60 84 1/16.  
1. « » . . . .  
. - . . . 150 . .

c -

« »  
02330/0056611 16.02.04.  
246019, . , . , 104