

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО безвозвратного изъятия речного стока и установление экологического попуска в Горьковском водохранилище

**В работе представлены разработки нормативов допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов для обеспечения устойчивого функционирования сложившейся экосистемы в бассейнах реки Волга ниже Рыбинского водохранилища до впадения реки Ока.**

## Введение

При разработке нормативов допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов (НДВИЗ) в качестве исходной информации использовались данные, включающие ретроспективную гидрологическую и гидрохимическую информацию, а также их внутригодового распределения (гидрограф) в годы различной водности; сроки весеннего половодья и паводков; площадь затопления поймы и дельты; характеристики водного режима русловых и пойменных нерестилищ; скорость течения, глубина, температура воды и др.; площади нагула молоди и взрослых особей рыб и др. показатели для замыкающих водных объектов; динамика численности популяций рыб, характеристики численности молоди конкретного года рождения, промысловый возврат, запасы массовых и ценных видов рыб и др. Целью разработки НДВИЗ являлось определение условий, обеспечивающих устойчивое функционирование сложившейся экосистемы в бассейнах реки Волги ниже Рыбинского водохранилища до впадения р. Ока на основе сохранения биологического разнообразия и предотвращения негативного воздействия в результате хозяйственной деятельности.

## Материалы и методы исследования

Для решения этих задач устанавливаются основные принципы и методы нормирования допустимого безвозвратного изъ-

**А.А. Клевакин\***,  
старший научный  
сотрудник  
Нижегородской  
лаборатории ФГБНУ  
ГосНИОРХ

**В.В. Логинов**,  
кандидат  
биологических наук,  
научный сотрудник  
Нижегородской  
лаборатории ФГБНУ  
ГосНИОРХ

**А.Е. Минин**,  
кандидат  
биологических наук,  
старший научный  
сотрудник  
Нижегородской  
лаборатории ФГБНУ  
ГосНИОРХ

**Д.И. Постнов**,  
Директор  
Нижегородской  
лаборатории ФГБНУ  
ГосНИОРХ

ятия речного стока, а также определения экологического стока для незарегулированных рек или их участков и экологического попуска из водохранилищ с целью обеспечения устойчивого и безопасного функционирования и воспроизводства водных и околоводных (пойменных) экосистем (далее водных экосистем), при которых сохраняется способность природных компонентов к саморегуляции, т.е. самовозобновлению и самоочищению.

## Методика

Методической основой нормирования безвозвратного изъятия речного стока ( $W_{ди}$ ) и установления экологического стока ( $W_{эс}$ ) и экологического попуска ( $W_{эп}$ ) являются нормативные документы [1, 2].

Исходя из фактически имеющегося объема исходных данных расчет НДВИЗ был проведен для участка реки Волга от Костромы до Горьковского гидроузла, без реки Унжа, представляющего собой большую часть Горьковского водохранилища: Костромской разлив, средний речной (Кострома – Елпать) и нижний озерный (Елпать – Городец).

## Общий алгоритм расчета

Расчет допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического попуска был проведен согласно [2].

На основе анализа связей естественных (восстановленных) гидрологических характеристик реки с продуктивностью водных экосистем были найдены переломные точки (критический объем и расход воды,  $W_{кр}$  и  $Q_{кр}$ ), соответствующие критическому состоянию водных экосистем. При расходах и объемах воды, близких к критическим, происходит резкое ухудшение условий и даже полное прекращение естественного воспро-

\* Адрес для корреспонденции: [gosniorh@list.ru](mailto:gosniorh@list.ru)

изводства промысловых и других видов рыб, а также других водных и околоводных животных и растений. Был определен исторически минимальный объем стока ( $W_{ист}$ ), в качестве которого принимается восстановленный минимальный сток в год 99% обеспеченности [2, 4].

Сопоставлением критического объема стока ( $W_{кр}$ ) с исторически минимальным ( $W_{ист}$ ) была определена та часть стока, которая в среднемноголетнем аспекте может быть изъята из водного объекта с минимальным ущербом для экосистемы. Среднемноголетний объем допустимого безвозвратного изъятия  $W_{ди ср.}$  определяется по формуле:

$$W_{ди ср.} = W_{кр} - W_{ист}, \quad (1)$$

Допустимое безвозвратное изъятие речного стока в годы различной обеспеченности ( $W_{дир}$ ) определяется по формуле:

$$W_{дир} = W_{ди ср.} \frac{W_p}{W_{ср}}, \quad (2)$$

где  $W_p$  – естественный (восстановленный) сток в годы различной обеспеченности;

$W_{ср}$  – среднемноголетний естественный (восстановленный) сток.

Исходя из установленной нормы  $W_{дир}$  был рассчитан экологический попуск ( $W_{эпр}$ ) для лет различной водности.

В общем случае:  $W_{эпр} = W_p - W_{дир}$  (3)

### Материалы

Для расчета допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установления экологического попуска использованы следующие исходные данные: типовые расчетные гидрографы стока р. Волга в створе нижнего бьефа Горьковского гидроузла (г/у) за период 1914/15–1987/88 гг. для значений обеспеченности превышения стока каждого года многолетнего ряда; естественный (восстановленный) гидрологический ряд в расчетном створе – нижнем бьефе Горьковского г/у за период 1914/15–1987/88 гг.; средние

### Таблица 1

Численность сеголетков рыб для условно-естественного периода (1979–2007 гг. и 1980–2005 гг.)

Поколение	Лещ, экз./га	Плотва, экз./га	Окунь, экз./га	Судак, экз./га
	1979-07	1980-06	1980-06	1980-06
Высокоурожайное	>1200	>36000	>13000	>2,4
Урожайное	260-1200	10000-36000	3000-13000	0,4-2,4
Среднеурожайное	50-260	2600-36000	680-3000	0,08-0,4
Низкоурожайное	<50	<2600	<680	<0,08

месячные и годовые значения стока воды через сооружения Горьковского гидроузла 1957–2007 гг.; численность популяций леща по биомассе промысловых уловов; численность сеголетков леща, плотвы, окуня и судака; промысловый возврат леща, плотвы, окуня и судака; средняя минерализация воды Горьковского водохранилища за вегетационный период 1979–1999 гг.; максимальный уровень воды (БС) за 1975–1989 гг. (г. Чкаловск) и 1992–2001 гг. (н.п. Сокольское) Горьковского водохранилища [4].

## Результаты и их обсуждение

### Определение критического объема стока ( $W_{кр}$ ).

На основе имеющихся данных о численности сеголетков рыб по урожайности за условно-естественный период 1979–2007 гг. были получены обеспеченности урожайности [2, 4], по которым определялись границы численности поколений сеголетков рыб различной урожайности: высокоурожайные, урожайные, среднеурожайные и низкоурожайные поколения (табл. 1).

Для нашей работы были рассчитаны уравнения регрессионной зависимости между следующими гидрологическими параметрами: значения годового стока р. Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла за период 1914/15–1987/88 гг., значения половодного (весеннего) стока р. Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла за период 1914/15–1987/88 гг., значения обеспеченности превышения стока каждого года многолетнего ряда р. Волга в створе нижнего бьефа Горьковского г/у за период 1914/15–1987/88 гг.

$$W_{Г} = 71795,6597 - 415,1367 \times P; \\ r = -0,98; p = 0,0000 \quad (4)$$

$$W_{пол} = 35923,4853 - 176,3911 \times P; \\ r = -0,72; p = 0,0000 \quad (5)$$

$$P = 131,3306 - 0,003 \times W_{пол}; \\ r = -0,72; p = 0,0000 \quad (6)$$

$$P = 168,1793 - 0,0023 \times W_{Г}; \\ r = -0,98; p = 0,0000 \quad (7)$$

$$W_{\Gamma} = 15826,5738 + 1,29992 \times W_{\text{пол}};$$

$$r = 0,74; p = 0,0000 \quad (8)$$

$$W_{\text{пол}} = 5363,574 + 0,426 \times W_{\Gamma};$$

$$r = 0,74; p = 0,0000 \quad (9)$$

где  $W_{\Gamma}(\text{пол})$  – годовой (весенний/половодный) сток р. Волга нижнем бьефе Горьковского гидроузла за период 1914/15–1987/88 гг., млн. м<sup>3</sup>;  $P$  – значения обеспеченности превышения стока каждого года многолетнего ряда р. Волга в створе нижнего бьефа Горьковского гидроузла за период 1914/15–1987/88 гг., %;  $r$  – корреляционное отношение,  $p$  – уровень значимости.

Для установления связи между изучаемыми параметрами применялись графоаналитические однофакторные зависимости линейного и нелинейного видов для установления связей естественных (восстановленных) гидрологических характеристик реки с продуктивностью водных экосистем (относительная численность сеголетков основных промысловых видов рыб). Были установлены переломные точки урожайности поколений леща, плотвы, окуня и судака [4].

Проверена гипотеза о наличии статистически значимой связи для Горьковского водохранилища между объемом годового и половодного (весеннего) стока и урожайностью поколений основных промысловых видов рыб. Были получены регрессионные зависимости (10–15) численности сеголетков от объема годового и половодного (весеннего) стока для основных промысловых видов рыб:

$$N_{\text{лещ}} = 1,39993 \times e^{0,0001 \times W_{\Gamma}};$$

$$r = 0,78; p = 0,0046 \quad (10)$$

$$N_{\text{лещ}} = 15,4757 \times e^{0,0001 \times W_{\text{пол}}};$$

$$r = 0,73; p = 0,0098 \quad (11)$$

$$N_{\text{плотва}} = 359,5411 \times e^{0,00006 \times W_{\Gamma}};$$

$$r = 0,85; p = 0,0077 \quad (12)$$

$$N_{\text{окунь}} = 41,4153 \times e^{0,000086 \times W_{\Gamma}};$$

$$r = 0,93; p = 0,0001 \quad (13)$$

$$N_{\text{окунь}} = 310,9342 \times e^{0,0001 \times W_{\text{пол}}};$$

$$r = 0,76; p = 0,0043 \quad (14)$$

$$N_{\text{судак}} = 0,0027 \times e^{0,0001 \times W_{\Gamma}};$$

$$r = 0,91; p = 0,000006 \quad (15)$$

где  $N$  – относительная численность сеголетков рыб, экз./га;  $W_{\Gamma}$  – годовой сток р. Волга нижнем бьефе Горьковского гидроузла, млн м<sup>3</sup>;  $W_{\text{пол}}$  – половодный (весенний) сток р. Волга нижнем бьефе Горьковского гидроузла, млн. м<sup>3</sup>;  $r$  – корреляционное отношение,  $p$  – уровень значимости.

Некоторые результаты расчетов по зависимостям (10) – (15) для лет различной обеспеченности приведены в *табл. 2*.

Из анализа данных приведенных в таблицах следует, что при годовом стоке обеспеченностью до 50% наиболее вероятно появление урожайных поколений леща, плотвы, окуня и судака, а при объеме стока соответствующему 75%-ной обеспеченности – гарантированные среднеурожайные поколения.

На следующем этапе определены критические гидрологические условия, при которых практически происходит прекращение воспроизводства основных промысловых видов рыб. Для этого по фактическим данным наблюдений для условно-естественного периода были построены графики «численность сеголетков – объем половодного (годового) стока» по основным промысловым видам рыб [2, 4]. Анализ однофакторных зависимостей показывал, что в целом критические гидрологические условия складываются при половодном стоке ( $W_{\text{пол}}$ ) – 18814 млн. м<sup>3</sup>, что в среднем соответствует годовому стоку ( $W_{\Gamma}$ ) 31527 млн. м<sup>3</sup>.

(года: 1937/38  $W_{\Gamma} = 30696$  млн. м<sup>3</sup>,  $W_{\text{пол}} = 21343$  млн. м<sup>3</sup>;

1940/41  $W_{\Gamma} = 30876$  млн. м<sup>3</sup>,  $W_{\text{пол}} = 15173$  млн. м<sup>3</sup>;

1964/65  $W_{\Gamma} = 33493$  млн. м<sup>3</sup>,  $W_{\text{пол}} = 19837$  млн. м<sup>3</sup>;

1972/73  $W_{\Gamma} = 31046$  млн. м<sup>3</sup>,  $W_{\text{пол}} = 18659$  млн. м<sup>3</sup>).

Таким образом в качестве  $W_{\text{кр}}$  в дальнейших расчетах принимается годовой сток р. Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла в объеме 31527 млн. м<sup>3</sup>. В соответствии с данными *табл. 2* расчетные величины  $W_{\text{кр}}$  соответствуют по стоку году 97% обеспеченности.

*Определение допустимого безвозвратного изъятия речного стока ( $W_{\text{ди}}$ )*

В соответствии с данными *табл. 2* в качестве исторически минимального объема стока  $W_{\text{ист}}$  принимается минимальный объем годового стока в гидрологическом водохозяйственном ряду восстановленного стока (1921/22 г,  $W_{\text{ист}} = 24222$  млн. м<sup>3</sup>, сток за



**Таблица 2**

Относительная численность сеголетков леща, плотвы, окуня и судака для разной обеспеченности условно естественного периода

Обеспеченность годового стока, %	Сток, млн. м <sup>3</sup>		Лещ, экз./га	Плотва, экз./га	Окунь, экз./га	Судак, экз./га
	годовой	весенний (III-V)				
5	69720	35042	1651	42555	16200	2,95
10	67644	34160	1349	36299	13505	2,40
25	61417	31514	737	22529	7823	1,29
50	51039	27104	269	10173	3149	0,46
60	46887	25340	180	7402	2188	0,30
75	40660	22694	98	4594	1267	0,16
80	38585	21812	80	3919	1057	0,13
85	36509	20930	66	3343	881	0,11
90	34433	20048	54	2851	734	0,09
93	33188	19519	48	2592	658	0,08
95	32358	19166	44	2432	612	0,07
97	31527	18814	40	2282	569	0,06
min исторический	24222	11938	43	298	446	0,026

период половодья – 11938 млн. м<sup>3</sup>). Величина  $W_{кр}$  в нижнем бьефе Горьковского гидроузла составляет 32358 млн км<sup>3</sup>.

Значение  $W_{ди\ ср.}$  рассчитанное по формуле

$$W_{ди\ ср.} = W_{кр} - W_{ист} \quad (16)$$

составит

$$W_{ди\ ср.} = 31527 - 24222 = 7305 \text{ млн м}^3.$$

**Таблица 3**

Внутригодовое распределение  $W_{ди\ ср.}$

Показатели	Весеннее половодье (март – май)	Летне-осенняя межень (июнь – ноябрь)	Зимняя межень (декабрь – февраль)	Год
$W_{ди\ ср.}$ , млн. м <sup>3</sup>	4073,265	2223,06	738,675	7305
Проценты	57,9	31,6	10,5	100

**Таблица 4**

Допустимое изъятие речного стока реки Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла в годы различной обеспеченности

Обеспеченность года по стоку, %	Показатели	Весеннее половодье	Летне-осенняя межень	Зимняя межень	Год
95	$W_{ди\ 95}$ , млн. м <sup>3</sup>	1844,7	1901,0	948,2	4694
	%	39,3	40,5	20,2	100
75	$W_{ди\ 75}$ , млн. м <sup>3</sup>	2288,8	2648,7	961,5	5899
	%	38,8	44,9	16,3	100
50	$W_{ди\ 50}$ , млн. м <sup>3</sup>	2658,0	3583,5	1162,4	7404
	%	35,9	48,4	15,7	100

Распределение  $W_{ди\ ср}$  по периодам водности приведено в *табл. 3*.

Допустимое безвозвратное изъятие речного стока в годы различной водности ( $W_{дир}$ ) определяется по формуле:

$$W_{дир} = W_{ди\ ср} \cdot \frac{W_p}{W_{ср}}$$

где  $W_p$  – сток (млн. м<sup>3</sup>) р. Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла в годы различной обеспеченности (*табл. 2*);

$W_{ср}$  – среднеегодовое естественный (восстановленный) сток (млн. м<sup>3</sup>) р. Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла.

В *табл. 4* приведены данные по допустимому изъятию речного стока реки Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла и его распределению по гидрологическим сезонам в годы различной обеспеченности.

**Определение экологического попуска ( $W_{эпр}$ )**  
Исходя из установленной нормы  $W_{дир}$ , рассчитывается экологический попуск ( $W_{эпр}$ ) в годы различной водности. В общем случае:  $W_{эпр} = W_p - W_{дир}$ . Ниже приведены расчеты экологических попусков (в млн м<sup>3</sup>) для лет различной обеспеченности.

$$W_{эпр95} = 32358 - 4694 = 27664 \text{ млн. м}^3;$$

$$W_{эпр75} = 40660 - 5899 = 34761 \text{ млн. м}^3;$$

$$W_{эпр50} = 51039 - 7404 = 43635 \text{ млн. м}^3.$$

Определяем объем стока р. Волга, обеспечивающий условия нагула промысловых видов рыб в Горьковском водохранилище.

При отсутствии количественных зависимостей различных видов антропогенных воз-

действий на водные экосистемы при зарегулировании применим метод критических экологических параметров, основанный на использовании косвенных характеристик состояния экосистем. При этом для расчета параметров экологического стока рекомендован подход, основанный на наличии в сложных динамических природно-географических структурах определенных «опорных механизмов», контролирующими прямыми и обратными связями между различными компонентами среды. Наличие в «опорных механизмах» так называемых звеньев первого порядка (элементов гидрологического или гидрохимического режимов, относительно которых центрированы отдельные экосистемы) позволяет оценить состояние экосистем и управлять ими. Компоненты экосистем определяются в зависимости от экологически значимых элементов гидрологического и гидрохимического режимов, характеризующих состояние этих водных экосистем [3]. Так, для водотоков экологически значимый элемент гидрологического режима – скорость воды в потоке, для водохранилища – уровенный режим и/или площади затопляемых участков (поймы). Одними из «опорных механизмов» водной экосистемы, в том числе рыбопродукции Горьковского водохранилища является максимальный уровень воды и минерализация, определяющие условия пригодные для развития и обитания молоди и взрослых рыб. Уровень воды водохранилища в нерестовый период влияет на воспроизводство рыбных запасов непосредственным образом. От изменения уровня воды могут сокращаться площади нерестилищ и литоральных зон, где развивается икра и молодь рыб. Рыба как биологический объект является составной частью водных экосистем, причем занимает в них высшие звенья трофических цепей и поэтому зачастую оказывается одним из наиболее уязвимых компонентов биоценоза. Нарушение же межорганизменных связей из-за изменений в рыбном сообществе ведет к деградации водных экосистем, что вызывает тяжелые последствия для водоема как биологического тела [3]. Следует отметить, что режим эксплуатации Горьковского водохранилища за весь период его существования стабилен, и его гидрологическая структура определяется главным образом водностью года.

В работе [3] произведены расчеты по модели ТМО (тепло- и массообмена) для лет различной водности (обеспеченность  $p = 98\%$ ,  $63\%$  и  $24\%$ ). Расчеты показали, что маловодный 1973 г. характеризовался сравнительно большей минерализацией основной

**Ключевые слова:**  
экологический попуск,  
Горьковское  
водохранилище,  
уровень воды,  
минерализация,  
рыбопродуктивность,  
промысловый возврат

водной массы водохранилища, а многоводный 1981 г. – наименьшей. Во внутригодовом ходе минерализации четко выделяются зимний период, отличающийся повышенной минерализацией, период прохождения половодья с наименьшей минерализацией воды за год и следующий за ним летне-осенний период со все более минерализованными водами, в котором временами может наблюдаться понижение минерализации, вызванное притоком вод паводков. По данным многолетних наблюдений выявлены зависимости между величиной промыслового возврата, численностью сеголетков рыб, максимальным уровнем воды и средней минерализацией в Горьковском водохранилище, характеризующей условия обитания рыб:

$$W_{\text{пол}} = 26,5 \times e^{0,016 \times N}; r = 0,90; \\ p = 0,0023 \quad (17)$$

$$W_{\Gamma} = 12702,06 + 1,375 \times W_{\text{пол}}; r = 0,80; \\ p = 0,0000 \quad (18)$$

$$M = 0,004 \times W_{\Gamma} - 87,5164; r = 0,75; \\ p = 0,02 \quad (19)$$

$$P_{\text{лещ}} = 2,13 \times 10^{-15} \times e^{0,083 \times N}; r = 0,94; \\ p = 0,00005 \quad (20)$$

$$P_{\text{плотва}} = 2,06 \times 10^{-17} \times e^{0,106 \times N}; r = 0,91; \\ p = 0,0014 \quad (21)$$

$$P_{\text{окунь}} = 1,01 \times 10^{-13} \times e^{0,081 \times N}; r = 0,88; \\ p = 0,008 \quad (22)$$

$$P_{\text{судак}} = 1,45 \times 10^{-15} \times e^{0,07 \times N}; r = 0,76; \\ p = 0,01 \quad (23)$$

где  $P$  – промысловый возврат леща, плотвы, окуня, судака (экз/га);  $N$  – относительная численность сеголетков леща, плотвы, окуня, судака (экз/га) и в промысловых уловах ( $t$ );  $M$  – средняя минерализация по Горьковскому водохранилищу ( $\text{мг/дм}^3$ );  $N$  – максимальный уровень воды в Горьковском водохранилище н.п. Сокольское (коэффициент корреляции с гг. Чкаловск и Юрьевец равен 0,99 при  $p = 0,0000$ ), см;  $W_{\text{пол}}$  – весенний сток р. Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла., млн  $\text{м}^3$ ;  $W_{\Gamma}$  – годовой сток р. Волга в нижнем бьефе Горьковского гидроузла. млн  $\text{м}^3$ .

По полученным уравнениям были рассчитаны промысловый возврат основных промысловых видов рыб в зависимости от максимального уровня в водохранилище.

Для определения критической величины стока р. Волга в нижнем бьефе Горьковского

**Таблица 5**

Возможный промышленный возврат и численность основных промысловых видов при разной минерализации и максимального уровня воды Горьковского водохранилища и величине стока р. Волга

Максимальный уровень воды, см	Сток р. Волга н.б. Горьковского г/у, млн м <sup>3</sup>		Средняя минерализация Горьковского водохранилища, мг/дм <sup>3</sup>	Промысловый возврат, экз./га				Численность сеголеток, экз./га			
	весна	год		лещ	плотва	окунь	судак	лещ	плотва	окунь	судак
400	16602	35538	55	0,5	63	12	0,002	49	3875	899	0,094
410	19502	39527	71	1,1	184	28	0,004	73	5060	1270	0,141
415	21137	41776	80	1,6	313	42	0,006	91	5882	1543	0,176
420	22909	44213	89	2,5	533	63	0,009	116	6924	1906	0,225
425	24829	46855	100	3,8	908	94	0,012	152	8262	2395	0,293
430	26911	49718	111	5,7	1547	142	0,017	202	10006	3069	0,390
435	29166	52821	124	8,6	2635	212	0,024	275	12315	4016	0,531
440	31611	56184	137	12,9	4488	319	0,034	386	15422	5373	0,744
450	37133	63780	168	29,6	13019	717	0,069	824	25635	10373	1,590
455	40246	68062	185	44,7	22175	1076	0,099	1265	34137	15030	2,439
460	43620	72702	203	67,6	37767	1614	0,140	2012	46565	22464	3,880
465	47277	77732	223	102,1	64325	2421	0,198	3326	65193	34726	6,415
470	51240	83183	245	154,3	109557	3631	0,282	5738	93883	55678	11,066
475	55535	89092	269	233,2	186596	5447	0,400	10359	139395	92874	19,979

**Таблица 6**

Возможная численность популяций рыб Горьковского водохранилища по уровням продуктивности

Уровень продуктивности	Средняя минерализация Горьковского водохранилища, мг/дм <sup>3</sup>	Максимальный уровень воды, см	Численность популяций, экз./га			
			лещ	плотва	окунь	судак
Высокопродуктивный	>269	470-475	>10000	>94000	>55000	>11
Продуктивный	185-269	455-470	1200-10000	34000-94000	15000-55000	2,4-11
Среднепродуктивный	185-111	430-455	200-1200	10000-34000	3000-15000	0,4-2,4
Низкопродуктивный	55-111	400-430	50-200	3800-10000	900-3000	0,1-0,4

**Таблица 7**

Возможный промысловый возврат рыб Горьковского водохранилища по уровням продуктивности

Уровень продуктивности	Средняя минерализация Горьковского водохранилища, мг/дм <sup>3</sup>	Максимальный уровень воды, см	Промысловый возврат, экз./га			
			лещ	плотва	окунь	судак
Высокопродуктивный	>269	470-475	150-230	109557-186596	3631-5447	0,4-0,2
Продуктивный	185-269	455-470	45-230	22175-109557	1070-3631	0,1-0,2
Среднепродуктивный	185-111	430-455	6-45	1550-22175	145-1070	0,01-0,1
Низкопродуктивный	55-111	400-430	0,5-6	65-1550	12-145	0,002-0,01

гидроузла, выполнены группировки данных по провозврату, численности популяций рассматриваемых видов рыб и соответствующие им показатели средней минерализации и максимального уровня воды по продуктивности Горьковского водохранилища (табл. 5-7) [4].

## Заключение

**Л**учшие условия для формирования рыбопродуктивности Горьковского водохранилища складываются при минерализации  $>269$  мг/дм<sup>3</sup> при уровне воды от 470 до 475 см. При минерализации 55–111 мг/дм<sup>3</sup> и максимальных уровнях 400–430 см экосистема Горьковского водохранилища характеризуется низкой продуктивностью и в дальнейшем теряет основные эволюционно сложившиеся качества. Таким образом, максимальный уровень воды 400–430 см принимается в качестве экологического предельно-допустимого.

Такой максимальный уровень воды (400–430 см) и средняя минерализация (55–111 мг/дм<sup>3</sup>) формируются при поступлении в водохранилище годового стока в объеме 41776 млн. м<sup>3</sup>, что соответствует средне-многолетнему объему безвозвратного изъятия речного стока в бассейне в размере 8582 млн. м<sup>3</sup> ( $50358 - 41776 = 8582$ ).

В качестве нормативной величины безвозвратного допустимого изъятия речного стока из р. Волга принимается наиболее жесткая средне-многолетняя её величина – 7305 млн. м<sup>3</sup>, при  $W_{кр}$  годового стока в объеме 31527 млн. м<sup>3</sup>, характеризующая условия размножения промысловых видов рыб. Таким обра-

зом, средне-многолетняя норма безвозвратного изъятия стока из р. Волга (7305 млн. м<sup>3</sup>/год) составляет 14,5 % от средне-многолетней величины естественного (восстановленного) стока в Горьковское водохранилище – 50358 млн. м<sup>3</sup>/год.

## Литература

1. Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты (утверждены Приказом МПР России от 12.12.2007 г. №328, согласованы в Минюсте РФ 23 января 2008 г. №10974). М., 2008. 35 с.
2. Методические указания по нормированию допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска) по Государственному контракту № М-08-18 от 16 мая 2008 г. (разработаны в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2006 года № 881 «О порядке утверждения нормативов допустимого воздействия на водные объекты»). М., 2008. 38 с.
3. Кочеткова М. Ю. Особенности формирования и трансформации качества воды Горьковского и Чебоксарского водохранилищ. Автореферат дис. канд. географ. наук. М., 2009, 24 с.
4. Нормативы допустимого воздействия по бассейну реки Волги ниже Рыбинского водохранилища до впадения реки Оки [В 4-х книгах]. Нижний Новгород. АНО «Приволжский центр здоровья среды», 2009. 1646 с.

A.A. Klevakin, V.V. Loginov, A.E. Minin, D.I. Postnov

## ACCEPTABLE IRREVOCABLE WITHDRAWAL OF RIVER RUNOFF AND ENVIRONMENTAL RELEASES OF GORKY RESERVOIR

Standards for permissible consumption of water resources to support sustainable development of existing ecosystem have been developed for the territory from the Volga River below the Rybinsk reservoir up to the mouth area of the Oka River.

**Key words:** environmental releases, Gorky reservoir, water level, salinity, production recovery, fisheries return