

Ю. С. Васильев, В. И. Масликов, М. Б. Шилин

РЕЖИМ РЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ОСУШНОЙ ЗОНЕ

Yu. S. Vasil'ev, V. I. Maslikov, M. B. Shilin

REGIME OF THE FLOWING REGULATION OF THE RYBINSKOJE WATER RESERVOIR AS A PRINCIPAL FACTOR OF FORMATION OF THE ECOLOGICAL SITUATION IN THE DRAINAGE AREA

Зона временного затопления Рыбинского водохранилища рассмотрена как качественно новый элемент берегового ландшафта, отличающийся от других прибрежных биотопов своеобразием режимных характеристик, особенностями грунтового комплекса и формированием специфических биологических сообществ, существующих в условиях экологического стресса. Сформулированы требования к уровенному режиму, необходимые для получения устойчивого ежегодного пополнения основных промысловых видов рыб.

Ключевые слова: акваном, зона временного затопления, уровенный режим.

The drainage area of the Rybinskoje Water reservoir is observed as a principally new component of the coastal landscape. Its peculiarities are: special characteristics of regime, of bottom complex and of biological communities, which exist in the conditions of ecological stress. Requests to regime of the water level are formulated to receive the sustainable supplement of commercial species of fish.

Keywords: aquanom, drainage area, flowing regime.

Береговая зона морей и континентальных водоемов, являющаяся зоной контакта трех основных планетарных оболочек — гидросферы, литосферы и атмосферы, — представляет собой важнейшую и наиболее протяженную границу в составе биосферы [13–15]. В пределах береговых зон морских и пресноводных водоемов действует экстремальное число экологических факторов абиотической, биотической и антропогенной природы. К числу важнейших из них в морских водоемах относятся приливно-отливные явления [15, 17].

В зарегулированных пресноводных водоемах — водохранилищах — аналогом данного экологического фактора, на первый взгляд, можно было бы считать колебания уровня, обусловленные чередованием процессов накопления и сброса воды [13]. В действительности, однако, «гуляние» уровня имеет совершенно иную природу по сравнению с морскими приливами и отливами — не естественную, а антропогенную [14]. Адаптации прибрежных биологических сообществ к фактору временной осушки в результате сработки уровня водохранилища весьма затруднены, так как сроки и продолжительность обсыхания мелководий, а также площадь обнажающегося дна претерпевают значительные сезонные и годовые изменения. Фактор «гуляния уровня» оказывает на прибрежных гидробионтов стрессовое воздействие и во многих

водохранилищах не позволяет рыбному хозяйству выйти на проектный уровень рыбопродуктивности [1, 2, 13, 15]. В связи с этим представляет интерес прогнозирование данного фактора в целях его контроля в будущем.

1. Зона временного затопления как особый биотоп

Под зоной временного затопления водохранилища понимается часть акватории, ограниченная положением самого высокого и наиболее низкого уровня за все время существования водоема с момента наполнения до проектной отметки [2, 9]. Формирование зоны временного затопления является характерной особенностью большинства водохранилищ [1, 13, 14]. На равнинных реках, примером которых является Волга, этот процесс приводит не только к увеличению общей площади поверхности зарегулированного водоема, но и к возрастанию ее изменчивости — как во внутригодовом цикле, так и от года к году [2, 12].

Зона временного затопления — качественно новый элемент берегового ландшафта, отличающийся от других прибрежных биотопов (естественных, исторически сформировавшихся) своеобразием режимных характеристик, особенностями грунтового комплекса и формированием специфических биологических сообществ, существующих в условиях экологического стресса.

Искусственное регулирование стока определяет не только особенности водного баланса, но и три характерных периода в годовом цикле изменения уровня водохранилища: весенний, летне-осенний и зимний. Основными экологическими рисками, характерными для этих периодов, являются:

- в период весеннего подъема уровня — быстрое затопление значительных площадей, размыв поверхностного грунтового слоя и уничтожение большей части прошлогодних надводных растительных сообществ;
- в период начальной сработки водохранилища и, соответственно, снижения уровня воды в конце лета — начале осени — застание осушенной зоны наземной («сорной») растительностью, формирование пустошей;
- в период дальнейшей зимней сработки уровня — промерзание обсохших грунтов на значительную глубину, приводящее к почти полному вымерзанию зимующих гидробионтов, а также возникновение заморных явлений.

При этом экологически важным фактором является не только величина площади затопляемых и осушаемых мелководий, но и время начала и конца осушения или затопления, а также общая продолжительность того или иного периода. Значительный размах колебаний этих факторов, их случайный характер, оказывает стрессовое воздействие на биоценозы береговой зоны водохранилища.

Из Верхневолжских водохранилищ наиболее многообразно уровенный режим меняется в Рыбинском водохранилище [1, 2].

2. Рыбинское водохранилище — общая характеристика

Рыбинское водохранилище (рис. 1), заполненное в 1947 г., — один из крупнейших искусственных акваномов современной гидросферы [12, 15]. При его создании

плотинами гидроэлектростанций были перекрыты реки Волга и Шексна. Рыбинский гидроузел, образующий Рыбинское водохранилище, расположен в 2763 км от устья р. Волги у г. Рыбинск. Сток Волги, поступающий в Рыбинское водохранилище, зарегулирован вышерасположенными Верхневолжским, Ивановским и Угличским водохранилищами, а также Вазуским водохранилищем на р. Вазуза. Сток р. Шексны регулируется расположенным выше Шекснинским водохранилищем.

Объем среднесноголетнего годового стока (обеспеченностью 50 %) в створе Рыбинского гидроузла составляет $32,5 \text{ км}^3$, уменьшаясь в маловодном году (обеспеченностью 95 %) до $20,9 \text{ км}^3$ и увеличиваясь в многоводном году (обеспеченностью 1 %) до $55,4 \text{ км}^3$. Естественный режим рек бассейна Рыбинского водохранилища — восточно-европейский, с высоким весенним половодьем, низкой летней и зимней меженью и осенним паводковым режимом стока. Коэффициент изменчивости суммарного годового стока $C_v = 0,25$, коэффициент асимметрии $C_s = 0,50$.

В распределении годового стока доля весеннего стока оставляет 70,2 % в маловодном году, 48,9 % — в средневодном и 38,9 % — в многоводном году. Доля осеннего стока составляет 13,3 % в маловодном году, 22,2 % — в средневодном и 42,2 % — в многоводном году.

Весенний подъем уровня воды в реках бассейна начинается обычно 5–15 апреля. Для рек бассейна Рыбинского водохранилища характерно одновершинное половодье, но в отдельные годы в зависимости от погодных условий наблюдается несколько пиков подъема уровней. Средняя продолжительность периода половодья составляет 30–60 дней, наибольшая — 60–120 дней и наименьшая — 25–30 дней. Весеннее половодье сменяется периодом низких уровней воды — летне-осенней меженью. Низшие уровни в период открытого русла наступают преимущественно в июле–августе.



Рис. 1. Рыбинское водохранилище (космоснимок)

Ледовые явления на реках бассейна, как правило, начинаются в первой декаде ноября и продолжаются в среднем 150–160 суток. Средние даты установления ледостава — 10 ноября, разрушения — 20 апреля [10, 12].

Рыбинское водохранилище — озерное, равнинного типа. Мелководья с глубинами от 0 до 2 м занимают значительную часть его площади — более 20 % (рис. 2). Средняя глубина водохранилища — 5,6 м [2, 12].

Полезный объем водохранилища позволяет осуществлять годовое и частично многолетнее регулирование речного стока. На сегодняшний день Рыбинское водохранилище является основным регулятором речного стока на Верхней Волге.

Водные ресурсы Рыбинского водохранилища используются (в порядке хозяйственно-экономической важности) для целей энергетики, водного транспорта, водоснабжения, рыбного хозяйства и рекреации, а также для предупреждения наводнений.

Основные параметры Рыбинского водохранилища представлены в табл. 1.



Рис. 2. Схема мелководий Рыбинского водохранилища [1].
Зона временного затопления заштрихована. Руслу рек показаны пунктирными линиями

Таблица 1 (начало)

Параметры Рыбинского водохранилища

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Величина
1	Нормативный подпорный уровень (НПУ)	м	101,81
2	Минимально допустимый уровень (мертвого объема, УМО)	м	96,91
3	Максимально допустимый форсированный подпорный уровень (ФПУ) при пропуске максимальных расходов обеспеченностью 0,01 %	м	103,81
4	Минимальный навигационный уровень (МНУ)	м	99,31
5	Площадь зеркала при НПУ	км ²	4550

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Величина
6	Площадь зеркала при УМО	км ²	2385
7	Объем водохранилища при НПУ: — полный — полезный	млн м ³ млн м ³	25420 16670
8	Объем водохранилища при проектном ФПУ	млн м ³	35420
9	Площадь мелководий глубиной до 2 м	км ²	910
10	Наибольшая глубина	м	30,4
11	Средняя глубина	м	5,6

Установленная мощность ГЭС составляет 356,4 МВт, среднемноголетняя годовая выработка электроэнергии — 935 млн кВт·ч.

3. Эксплуатационные режимы

Колебания уровня. В зависимости от водности года и внутригодового распределения притока, а также от режима работы гидросооружений характер колебаний уровня в одни и те же периоды по годам может сильно изменяться. Анализ кривых уровня водохранилища за различные годы позволил выделить четыре основных типа колебаний уровня [12].

Первый тип («а»). Уровень к концу весеннего наполнения достигает или несколько превышает отметку НПУ. Наполнение водохранилища заканчивается в конце мая. После непродолжительного стояния уровня около максимальной отметки наполнения он начинает понижаться до начала следующего весеннего наполнения. В такие годы в летне-осенний период приток воды меньше ее расхода на сбросы и испарение. В отдельных случаях уровень понижается довольно интенсивно, в других — существенно медленнее. Иногда общее понижение уровня в конце летне-осеннего периода сменяется повышением за счет увеличения приточности в период осенних дождевых паводков (рис. 3).

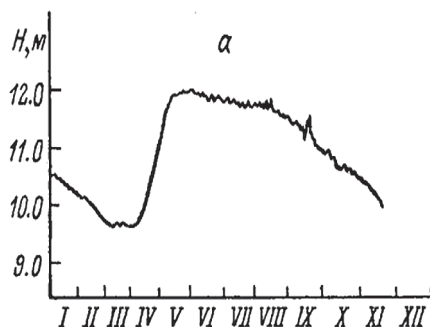


Рис. 3. Первый тип («а») колебаний уровня

Второй тип («б»). Уровень к концу весеннего наполнения, как и в первом случае, достигает отметки НПУ или несколько превышает ее. В отличие от первого, он в течение всего летне-осеннего периода поддерживается около максимальной отметки весеннего наполнения. В такие годы приток воды в летне-осенний период обычно равняется расходу или даже несколько превышает его. Понижение уровня при колебаниях такого типа начинается с началом зимней сработки (рис. 4).

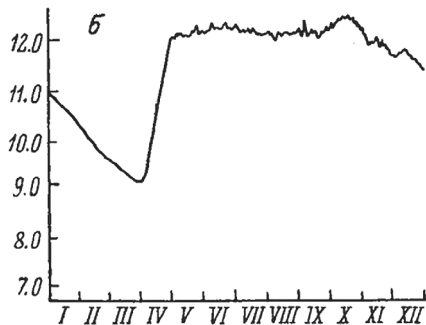


Рис. 4. Второй тип («б») колебаний уровня

Третий тип («в»). Уровень к концу весеннего наполнения не достигает отметки НПУ и в течение летне-осеннего периода находится значительно ниже ее. Достигнув максимальной отметки к началу лета, после непродолжительного стояния около нее уровень начинает постепенно понижаться, так как приток воды не восполняет ее расход. С началом зимней сработки водохранилища понижение уровня резко усиливается (рис. 5).

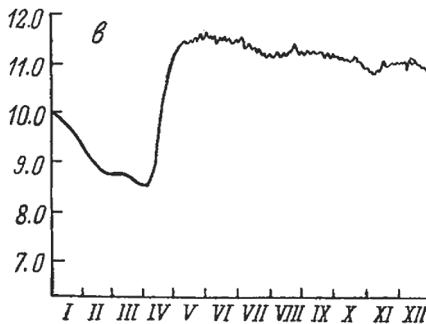


Рис. 5. Третий тип («в») колебаний уровня

Четвертый тип («г»). Уровень к концу весеннего наполнения не достигает отметки НПУ и в течение летне-осеннего периода находится ниже ее, но в результате интенсивных дождевых паводков к концу летне-осеннего периода приток воды значительно превышает расход и наблюдается второй подъем уровня (рис. 6).

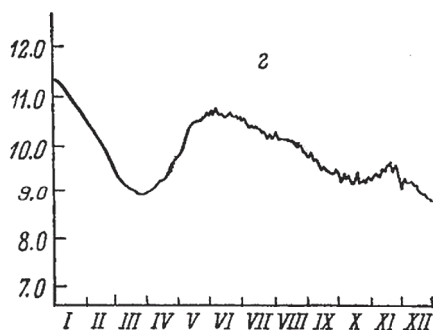


Рис. 6. Четвертый тип («Г») колебаний уровня

Эксплуатационные режимы Рыбинского водохранилища назначаются в соответствии с «Правилами использования водных ресурсов». В течение времени эксплуатации водохранилища «Правила...» периодически подвергаются корректировке с учетом социально-экономической, хозяйственной, природно-климатической и экологической ситуаций [9]. До 1983 г. действовали «Основные положения правил использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ на р. Волге», составленные институтом «Энергосетьпроект». В 1983 г. их заменили на «Основные правила использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ на р. Волге», разработанные институтом «Гидропроект им. С.Я. Жука» [6]. В настоящее время приняты «Правила использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ на р. Волге», разработанные ФГУП «Центр Регистра и Кадастра» [10].

Период весеннего половодья. Водные ресурсы р. Волги в створе Рыбинского гидроузла в период весеннего половодья используются для наполнения водохранилища до максимально возможной отметки и удовлетворения нужд водопользователей. В годы с высоким половодьем полезная емкость водохранилища используется для срезки максимальных расходов воды. С целью повышения отметки Рыбинского водохранилища в маловодные половодья Рыбинская ГЭС должна работать до начала навигации с минимальной мощностью, допустимой по условиям использования ГЭС в энергосистеме. При этом в нижнем бьефе Рыбинского гидроузла по условиям обеспечения нормальной работы водозаборных сооружений города должна поддерживаться отметка 83 м. В период нереста рыбы снижение уровня воды в Рыбинском водохранилище не допускается. Пропуск экстремальных половодий через Рыбинский гидроузел производится таким образом, чтобы не допустить превышения установленных форсированных уровней водохранилищ.

Период летне-осенней межени. Водные ресурсы Рыбинского водохранилища используются для обеспечения навигационных попусков в верхнем бьефе Нижегородского узла. К началу и в течение всего периода навигации уровень воды в Рыбинском водохранилище должен быть не ниже отметки 99,5 м. В осенний период (октябрь-ноябрь) не допускается повышения уровня Рыбинского водохранилища в целях предотвращения захода рыбы на зимовку в осушенные летом мелководные зоны.

Период зимней межени. Водные ресурсы Рыбинского водохранилища используются таким образом, чтобы обеспечить к началу половодья (1 апреля) сработку полезной емкости в соответствии с регламентируемыми уровнями воды (в зависимости от прогноза половодья). Отметка предполоводной сработки при прогнозе многоводных и средневодных половодий — 98 м, маловодных половодий — 99–100 м. Минимальный допустимый уровень в зимний период — 97,1 м. В результате зимней сработки площадь зеркала водохранилища может уменьшиться на 48 %, а объем — на 67 %.

4. Зоны затопления в Рыбинском водохранилище

Для Рыбинского водохранилища выделяются зоны постоянного и периодического (временного) затопления.

Зона постоянного затопления — территория, покрытая водой при минимальном подпорном уровне (УМО) и минимальных транзитных расходах воды (санитарный расход). Площадь зеркала водохранилища в зоне постоянного затопления составляет 2385 км².

Зона периодического временного затопления представляет территорию, покрываемую водой при повышении уровня в периоды накопления максимальных расходов в водохранилище (во время весеннего половодья) и обнажающуюся во время снижения уровня при сработке водохранилища в осенне-зимнюю межень (рис. 7).



Рис. 7. Зона периодического временного затопления

В пределах зоны периодического временного затопления могут быть выделены подзоны:

- а) ежегодного затопления (от отметки УМО до отметки НПУ);
- б) половодного (паводкового) затопления (от отметки НПУ до ФПУ).

Площадь зоны временного затопления, ограниченная отметками УМО и НПУ, составляет 2165 км². При отметке НПУ зона затопления составляет 4550 км², увеличиваясь еще на 850 км² при достижении отметки ФПУ. Занимая обширные площади, зона периодического временного затопления в Рыбинском водохранилище представляет собой мозаику различных биотопов, включающих в себя элементы реки, озера, болота, ветленда, пашни, луга, выгона и др. Специфика этих биотопов определяется гидрологическим режимом затопленных территорий, степенью и особенностями зарастания.

5. Основные компоненты прибрежной биоты

Прибрежная растительность. В пресноводных водоемах прибрежно-водная растительность обычно играет важную роль как место нереста рыб и концентрации их молоди, которая, кроме богатых запасов кормовых беспозвоночных, находит здесь также убежище от хищников [1, 13, 15]. На мелководьях и в береговой зоне различных водохранилищ развитие зарослей прибрежной растительности — макрофитов — лимитируется характером уровня режима. При относительной стабильности режима через 10–15 лет после наполнения водохранилища вдоль всей его береговой зоны формируются пояса водной и околотоводной растительности — как это произошло, например, в Ивановском и Угличском водохранилищах [1, 12, 13]. В связи с тем, что в Рыбинском водохранилище наблюдаются резкие колебания уровня, образование выраженных, устойчивых во времени поясов прибрежно-водной растительности не наблюдается.

В годы высокого уровня в зоне временного затопления развиваются сообщества быстрорастущих прибрежных макрофитов, в которых доминируют рдесты блестящий и разнолистный.

В годы низкого уровня общая площадь ассоциаций прибрежно-водных растений сокращается, а на осушке разрастается сорное разнотравье со случайным мозаичным сложением травостоя. Рдесты в подобной экологической ситуации находятся в покое, являясь состоянием или образуют наземные формы [12]. В целом прибрежно-водные макрофиты в Рыбинском водохранилище не играют существенной роли в процессе продуцирования органического вещества.

Фитопланктон. Видовой состав фитопланктона в прибрежно-мелководной зоне более разнообразен, чем в глубоководной части водохранилища. Основу биомассы составляют диатомовые и сине-зеленые водоросли. Сезонный максимум биомассы в прибрежном мелководье обычно — один, и приходится на июль-август. Наибольшая биомасса фитопланктона образуется на мелководьях с песчано-илистым дном, покрытых разреженной растительностью. Это обусловлено наличием запаса в воде биогенных элементов, хорошей прогреваемостью и достаточной инсоляцией [12]. При этом до трети видов являются факультативно-планктонными, то есть периодически переходят к бентосному (донному) образу жизни.

На развитие фитопланктона в прибрежно-мелководной зоне влияют колебания уровня. Если на протяжении нескольких лет уровень сохраняется примерно одинаковым, то сезонная динамика фитопланктона стабилизируется. Если же после маловодного года следует многоводный или наоборот — темпы образования первичной продукции резко меняются.

При размыве берега, смыве почвенного слоя и сокращении площади прибрежно-водной высшей растительности продукция фитопланктона снижается.

Зоопланктон. Прибрежные, мелководные и речные участки водохранилища заселены преимущественно кладоцерным планктоном и придонными формами коловраток. В отличие от относительно стабильных зоопланктонных сообществ открытой части водохранилища, прибрежный зоопланктон характеризуется высокой вариабельностью динамики. Обычно он беден в видовом и количественном отношении ранней весной и становится значительно богаче к началу лета, причем показатели численности и биомассы в это время быстро возрастают (в десятки раз). В разгар лета количественные показатели прибрежного зоопланктона несколько снижаются (в это время в нем в массе развиваются инфузории) и вновь несколько возрастают в конце лета — начале осени. Однако два максимума обилия, обычно прослеживающиеся в открытой части водохранилища, на мелководье выражены нечетко. Численность и биомасса зоопланктона все время испытывает здесь резкие колебания, что, как правило, характерно для малых водоемов. В связи с этим зоопланктон зоны затопления не может сформировать достаточно стабильную кормовую базу для рыб-планктофагов.

Бентос Рыбинского водохранилища беден в видовом и количественном отношении. Более-менее значительные скопления обнаруживаются только в предустьевых участках речных плесов. За пределами прибрежной мелководной зоны макробентос представлен главным образом олигохетами, личинками хирономид и моллюсками. Бентос прибрежных зарослей характеризуется значительно большим разнообразием. Тем не менее и здесь он значительно обеднен по сравнению с биоценозами зарослей макрофитов постоянных водоемов. В нем отсутствуют многие личинки поденок, стрекоз, водяные клопы, жуки-плавунцы и водолюбы, улитки-катушки и прудовики.

Важно отметить, что все это — крупные формы. Среди макрозообентоса преобладают личинки хирономид, а в микрофауне — придонные хидориды, макротрициды и некоторые циклопы. Из брюхоногих моллюсков встречаются *Valvata piscinalis* и *Bithynia tentaculata*. Из живородок отмечен преимущественно, свойственный малым и пересыхающим водоемам, *Viviparus contectus* [12]. Отсутствие в прибрежных зарослях многих видов, несомненно, объясняется временным обсыханием и промерзанием этой зоны. Вмерзающая во влажный грунт, а позднее — в лед бентосная фауна фактически переходит в состояние пагона, который был исследован в Рыбинском водохранилище несколькими авторами [4, 5, 16]. Большую часть пагона составляют личинки хирономид.

Рыбы. В Волжских водохранилищах по типу нереста преобладают фитофилы, то есть виды рыб, откладывающих икру на водной растительности [1]. Тройку основных промысловых видов составляют лещ, плотва и синец. Далее (по значению в уловах) следуют щука, судак, налим и окунь. Присутствуют в любительских уловах, но не используются промыслом — снеток, ерш, густера, укля и ряпушка.

Одним из основных факторов, влияющих на воспроизводство и пополнение ресурсов фитофильных рыб, является наличие в нерестовый период достаточных площадей растительного субстрата. Формирование этих площадей определяется, во-первых, степенью зарастания мелководий, а во-вторых — весенним уровнем наполнения водохранилища. Отсутствие в Рыбинском водохранилище выраженного пояса погруженной

растительности, вырождение прибрежных зарослей в пустоши создают неблагоприятные условия для фитофилов. Уже отложенная на растительность икра может погибнуть в результате колебания уровня во время нереста, в частности — при несвоевременном достижении максимального весеннего наполнения. Ранняя сработка уровня приводит к уменьшению площади нагульных местообитаний молоди в прибрежных зарослях. Для молоди ранних стадий, не способной обитать вне зоны водной растительности, данный фактор может стать критическим и даже летальным.

Позднее и замедленное снижения уровня в период с августа по октябрь приводит к возникновению в углублениях дна в зоне временного осушения небольших водоемов, изолированных от основной акватории водохранилища. При падении уровня ниже предусмотренных проектом величин в таких водоемах гибнет не только молодь, но и крупные рыбы. Глубокая зимняя сработка уровня (приближающаяся к мертвому объему водохранилища) приводит к серьезным нарушениям режима зимовки молоди всех видов рыб.

Практически все реки и ручьи, впадающие в Рыбинское водохранилище, имеют болотную подпитку и являются зимой источниками обедненной кислородом воды. При высоком уровне воды в водохранилище влияние таких водотоков на гидрохимический режим не критично. Однако при значительном снижении уровня в зимний период возрастает риск образования анаэробных заморных зон.

Наиболее значительные колебания уровня в Рыбинском водохранилище характерны для весеннего периода, когда происходит его наполнение и интенсивный прогрев воды. Особенности гидрологической весны имеют большое значение для успешности протекания всех биологических процессов, включая воспроизводство рыб и других гидробионтов. Неблагоприятный уровеньный режим этого сезона может привести к осушению нерестилищ и массовой гибели отложенной икры, а также молоди рыб в отшнуровавшихся изолированных малых водоемах.

В летне-осенний период на всех водохранилищах озерного типа, в том числе на Рыбинском, наблюдаются значительные сгонно-нагонные колебания уровня. За их счет разница уровня между северной и южной частями Рыбинского водохранилища может превышать 100 см. Наложение сгонно-нагонных колебаний уровня на его понижение в результате сработки усиливает разрушение нерестовых субстратов рыб, способствует переформированию грунтов мелководий и ухудшает на них условия существования гидробионтов. Все это в конечном итоге оказывает отрицательное влияние на рыбопродукционные процессы [3]. Как следствие — рыбохозяйственное значение Рыбинского водохранилища существенно уступает той части его потенциала, которая используется для нужд энергетики, водного транспорта и водоснабжения.

6. Экологическая уязвимость прибрежно-водных биологических сообществ

Под экологической уязвимостью водных организмов и их сообществ к антропогенному воздействию понимается совокупность биологических особенностей отдельных видов или групп гидробионтов — растений и животных. Она определяется:

- чувствительностью отдельных групп растений и животных к конкретным видам воздействия;

- способностью восстанавливать исходное обилие и структуру популяций, а также всю совокупность внутрисистемных связей после окончания воздействия.

Очевидно, что группы организмов, более подверженные воздействиям, но и быстро восстанавливающиеся (например, планктон), имеют более низкую относительную уязвимость, чем медленно восстанавливающиеся группы (рыбы, водно-болотные птицы).

Потенциальная экологическая уязвимость прибрежной акватории к антропогенному воздействию определяется не только различной экологической уязвимостью организмов к рассматриваемым видам воздействия, но и пребыванием на ней видов или групп растений и животных в том или ином количестве (или их отсутствием). Количественная оценка потенциальной экологической уязвимости прибрежной акватории будет изменяться во времени и пространстве в соответствии с естественной динамикой состава, обилия и структуры местных биологических сообществ [7, 8].

Исходя из изложенного, наиболее уязвимыми компонентами биологических сообществ зоны периодического временного затопления Рыбинского водохранилища могут быть признаны: погруженная прибрежно-водная растительность, фитофильные рыбы, крупные бентосные беспозвоночные, личинки и имаго водных насекомых (кроме хирономид).

7. Фактические режимы Рыбинского водохранилища и их влияние на экологическую ситуацию в зоне периодического временного осушения

Эксплуатационные режимы Рыбинского водохранилища за период 1981–2012 гг. выполнялись в соответствии с «Основными правилами использования водных ресурсов...», составленными институтом Гидропроект [6]. На рис. 8 приведены фактические графики внутригодового изменения уровней воды в верхнем бьефе Рыбинского водохранилища за период с 1981 по 2012 г. На рис. 9 показан график изменения площадей зеркала водохранилища в течение года. Данные приведены на начало каждого месяца в маловодном ($P = 95\%$), средневодном ($P = 50\%$) и многоводном годах ($P = 1\%$).

Как видно на рис. 8, изменения уровня воды в Рыбинском водохранилище характеризуются значительным размахом сезонных и годовых колебаний. Выявить статистические закономерности в ходе динамики уровня режима не представляется возможным.

Из графиков на рис. 8 и 9 следует, что при регулировании стока периодическому затоплению подвергаются большие площади (сотни и тысячи км²). Изменение уровня режима водохранилища, площади затопления и время стояния воды носят случайный характер — как во внутригодовом периоде, так и в разные годы. При этом вне зависимости от водности года (маловодный, средневодный, многоводный) требование рыбного хозяйства о недопущении повышения уровня воды в осенний период часто нарушается. Основными стрессовыми факторами для уязвимых прибрежно-водных биологических сообществ, в том числе для рыб, являются глубокая осенняя сработка уровня и его быстрый подъем в весеннее время (к началу сезона навигации). Во главу угла ставятся интересы энергетики и водного транспорта, а проблемы охраны природы и поддержания рыбопродуктивности практически не учитываются.

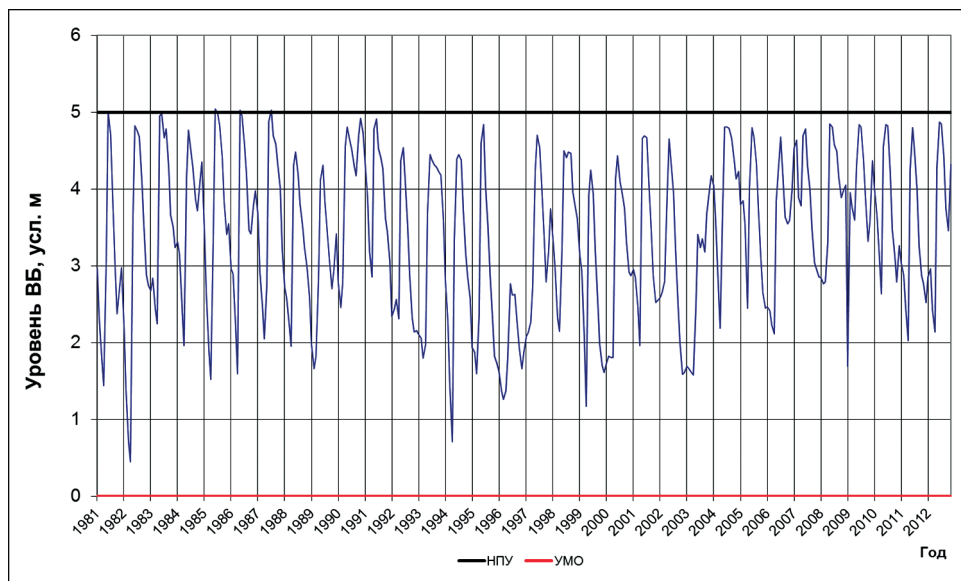


Рис. 8. График изменений уровня воды в верхнем бьефе Рыбинского водохранилища

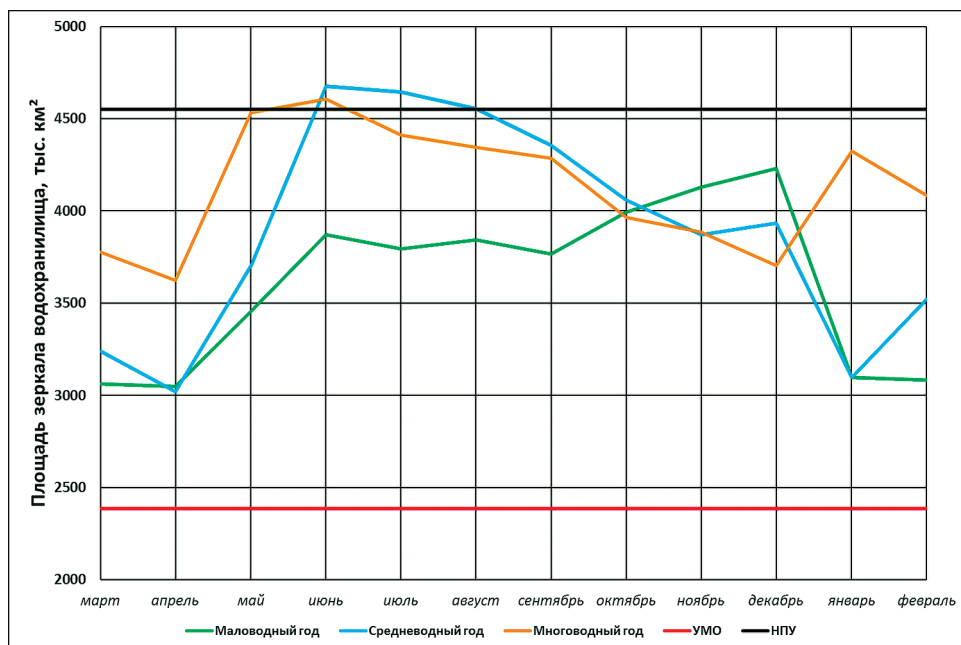


Рис. 9. Изменение площадей зеркала водохранилища Рыбинской ГЭС при различной обеспеченности стока (за период 1981–2012 гг.)

8. Рекомендуемые прогнозные режимы Рыбинского водохранилища

В настоящее время разработаны новые «Правила использования водных ресурсов...», которые регламентируют режим работы Рыбинского водохранилища на ближайшую перспективу [10].

На рис. 10 приведены графики прогнозируемых изменений площадей водного зеркала в Рыбинском водохранилище в расчетных маловодном, средневодном и многоводном годах. Расчеты произведены на основе разработанных новых Правил [10].

Сопоставление прогнозных графиков затопления земель с фактическими показало их существенные различия. Рекомендуемые прогнозные графики характеризуются идентичными профилями, учитывают требования рыбного хозяйства по ограничению подъема уровня воды в осенний период.

Минимальные требования к уровенному режиму Рыбинского водохранилища, необходимые для получения устойчивого ежегодного пополнения основных промысловых видов рыб, на основе проведенных исследований и анализа литературы [1, 3, 8, 15] могут быть сформулированы следующим образом.

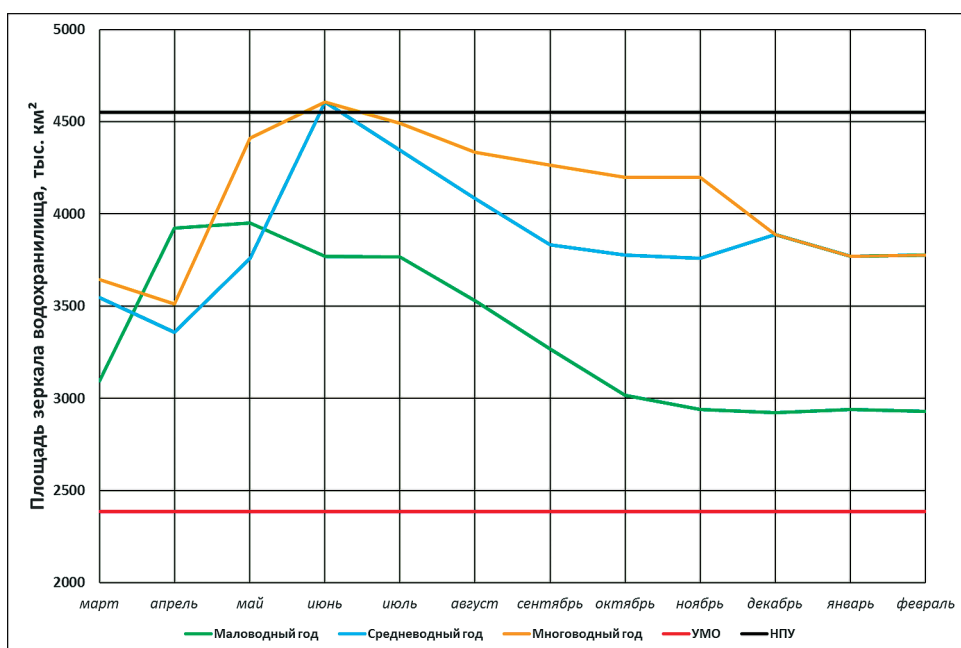


Рис. 10. Изменение площадей зеркала водохранилища Рыбинской ГЭС при различной обеспеченности стока (прогнозный режим)

1. Достижение уровня наполнения водохранилища, обеспечивающего обводнение мелководий с остатками прошлогодней растительности, до начала нереста фитофильных рыб.

2. Недопустимость изменения уровня во время нереста рыб и в период прохождения молодью ранних стадий развития.
3. Недопустимость зимней сработки горизонта воды ниже предусмотренной проектом.

Литература

1. Буторин Н.В., Поддубный А.Г. Биологические ресурсы водохранилищ. — М.: Наука, 1984. — 276 с.
2. Воропаев Г.В., Авакян А.Б. (отв. ред.). Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. — М.: Наука, 1986. — 367 с.
3. Кудерский Л.А. Научные основы интенсификации озерного рыбного хозяйства. — Л.: ГосНИОРХ, 1977. Вып. 111.
4. Луферов В.П. О пагоне побережья Рыбинского водохранилища // Тр. инст. биол. внутр. вод АН СССР. 1965. Вып. 8 (11).
5. Мордухай-Болтовской Ф.Д., Поддубная Т.Л. О зимних исследованиях бентоса в волжском приустьевом районе Рыбинского водохранилища // Бюлл. инст. биол. водохр. АН СССР. 1958. № 2.
6. Основные правила использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ на р. Волге. — М.: Гидропроект, 1983.
7. Погребов В.Б., Сагитов Р.А., Дмитриев Н.В., Алексеева Н.М., Бузун В.А., Вережкин М.В., Заварзин А.А., Кийко О.А., Ковальчук Н.В., Конечная Г.Ю., Макарова М.А., Резвый С.П., Храмцов В.Н., Чернова Н.В., Усенков С.М. Экологическая уязвимость биоресурсов района сооружения Северо-Европейского газопровода в Российской части Финского залива // 7-й Межд. экол.-й форум «День Балтийского моря»: Тез. докл. — СПб.: Изд-во «Диалог», 2006. — С. 422–423.
8. Погребов В.Б., Шилин М.Б. Экологический мониторинг береговой зоны // Основные конц. совр. берегопользования. — СПб.: РГГМУ. 2010. Т. 2. — С. 95–123.
9. Пояснительная записка к проекту правил технической эксплуатации и благоустройства Рыбинского и Горьковского водохранилищ (первая редакция) // ООО «Экостроймониторинг», 2013. — 264 с.
10. Проект Правил использования водных ресурсов Рыбинского и Горьковского водохранилищ на р. Волге, 2015.
11. Резниковский А.Ш., Рубинштейн М.И. Диспетчерские правила управления режимами водохранилищ. — М.: Энергоиздат, 1984. — 104 с.
12. Рыбинское водохранилище и его жизнь. — Л.: Наука, 1972. — 363 с.
13. Федоров М.П., Шилин М.Б., Ролле Н.Н. Экология для гидротехников. — СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева; Гос. техн. ун-т, 1992. — 90 с.
14. Федоров М.П., Шилин М.Б., Горбунов Н.Е., Блинов Л.Н., Шишкин А.И. Экологические основы управления природно-техническими системами. — СПб.: Политехнический университет, 2007. — 505 с.
15. Федоров М.П., Чусов А.Н., Шилин М.Б., Голубев Д.А., Масликов В.И., Шишкин А.И. Прикладная экология акваномов. — СПб.: Политехнический университет, 2012. — 255 с.
16. Фенюк В.Ф. Донное население временно затопляемой зоны Рыбинского водохранилища // Тр. Дарвинского заповедника. 1961. Вып. 7.
17. Шилин М.Б., Хаймина О.В. Прикладная морская экология. — СПб.: РГГМУ, 2014. — 86 с.