

УДК 597-15

DOI <https://doi.org/10.32851/wba.2021.1.4>

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИХ ЗАРАСТАНИЯ

Костоусов В.Г. – к.б.н., доцент

*РУП «Институт рыбного хозяйства», Беларусь, Минск
belniirh@tut.by*

Рассмотрены вопросы взаимосвязи структуры ихтиоценозов озер и степени зарастания макрофитной растительностью. Макрофитная растительность является обязательным компонентом экосистемы озер, а ее значение для существования различных групп гидробионтов велико, поскольку она выступает важным звеном в формировании первичной продукции и оказывает влияние на все последующие звенья трофической цепи. Условия произрастания водных (в первую очередь погруженных) макрофитов лимитируется рядом факторов, важнейшим из которых выступает световой. Изменение условий освещенности вследствие изменения уровня режима или трофического статуса в первую очередь сказывается на интенсивности зарастания и глубине распространения погруженных форм (гидрофитов), тогда как воздушно-водные (гелофиты) этим фактором практически не затрагиваются. Изменение степени зарастания погруженными макрофитами ложа озер сказывается на условиях обитания сообщества рыб через формирование тех или иных экотопов. Сообразно последним некоторые виды рыб могут получать определенное преимущество, формируя основу промысловой ихтиомассы. На примере трех макрофитных эвтрофных озер в регионе Белорусского Поозерья показано, что изменение характера и степени зарастания отражается на условиях обитания рыб и, как следствие, на формировании комплекса доминирующих видов. Сокращение степени зарастания профундали способствовало нарастанию численности леща, занявшего в новых условиях ниши доминирующего зоопланкто- и бентофага, определяя величину ихтиомассы и видовую структуру получаемых уловов. Последнее было обусловлено изменением кормности угодий для младших возрастных групп, основу рациона которых составляет зоопланктон, при сохранении высокого воспроизводственного потенциала популяции в целом. В этих условиях хищники – ихтиофаги теряют возможность контролировать популяцию леща, в результате чего возрастает численность и долевое значение вида в получаемых уловах. Увеличение численности генераций леща за счет роста биомассы кормового зоопланктона не всегда обеспечивается доступными ресурсами зообентоса, что способствует формированию тугорослых популяций с более низкими товарными качествами.

Ключевые слова: озеро, макрофиты, зарастаемость, структура рыбного стада, уловы, лещ.

Величина и состав уловов рыбы, получаемых из внутренних водоемов, во многом зависит от уровней развития первичных продуцентов,

среди которых определенное значение имеет и макрофитная растительность. Изменение степени зарастания макрофитами ложа озер сказывается на условиях обитания туводных рыб через формирование тех или иных экотопов. Сообразно последним некоторые виды рыб могут получать определенное преимущество, формируя основу промысловой ихтиомассы. В развитие этой гипотезы были проанализированы имеющиеся данные по изменению степени зарастания, видовой структуре промысловых уловов и состоянию рыбного стада нескольких макрофитных водоемов, по которым имелись достоверные данные гидроэкологического состояния и статистики рыбного промысла.

Анализируемые водоемы расположены на севере (оз. Освейское) и северо-западе (озера Вишневской и Швакшты Большие) Беларуси, в регионе Белорусского Поозерья. Водоемы неоднократно становились предметом обследования, в том числе и авторами публикации, длительный период используются для целей промыслового рыболовства, в том числе с применением мало селективного неводного лова, имеют многолетние данные промысловой статистики. В основу настоящего анализа положены материалы гидроэкологических и ихтиологических исследований по водоемам за период 2001-2018 гг., а также данные литературных источников [1; 7; 8; 10].

Озерные экосистемы представлены относительно сбалансированными природными комплексами, тесно увязанными друг с другом, функционирование которых определяется внешними и внутренними факторами. Воздействие даже на один из компонентов экосистемы соответствующим образом сказывается на всех прочих, включая их видовую структуру и количественные показатели развития. В настоящее время рыбное население рассматривают как часть сообщества (подсистемы), которая взаимодействует со средой как единое целое и претерпевает закономерные изменения при тех или иных воздействиях на водоем. Состав ихтиофауны озер теснейшим образом увязан с морфометрическими показателями озера и степенью развития первичных продуцентов (в том числе макрофитной растительности), а их сукцессии находят отражение в структурных перестройках, происходящих под воздействием изменений условий обитания [4; 16]. Макрофитная растительность является обязательным компонентом экосистемы озер и представлена, как правило, воздушно-водными и погруженными формированиями. Растения с плавающими листьями в водоемах имеют меньшее, часто локальное распространение, дополняя первые два в виде чистых или смешанных ассоциаций. Значение водной растительности для существования других групп гидробионтов велико, поскольку она выступает важным звеном в формировании первичной продукции и оказывает влияние на все последую-

щие звенья трофической цепи. Условия произрастания водных (в первую очередь погруженных) макрофитов лимитируется рядом факторов, важнейшим из которых выступает световой. Увеличение прозрачности воды способствует продвижению зоны произрастания на большие глубины, снижение – наоборот к ее вытеснению в зону мелководий. Соответственно от глубины произрастания зависит и площадь покрытия дна, выступающая показателем степени зарастания [2; 14; 15]. Макрофиты способны оказывать существенное влияние на состояние водных сообществ, включая рыб. В определенных условиях макрофиты выступают нерестовым субстратом, укрытием, нагульным экотопом и непосредственно кормом для рыб. Кроме этого, возможно существуют и опосредованные механизмы взаимосвязи, обусловленные влиянием макрофитной растительности на фитопланктон. К таковым можно отнести снижение гидродинамической активности, приводящей к увеличению скорости оседания сестона, конкуренции с фитопланктоном за элементы минерального питания, прямого воздействия на микроводоросли через аллелопатию [17–19]. В частности, приводятся сведения, что метаболиты водной растительности могут оказывать воздействие на развитие различных форм фитопланктона, а также содержаться в достаточных количествах, что бы влиять и на зоопланктон [20]. В отсутствии других сигналов крупные кладоцеры избегают зарослей макрофитов, сокращение или изреживание площади их произрастания стимулирует развитие планктонных ракообразных, тем самым увеличивая кормность угодий для их потребителей.

По сложившимся к настоящему времени представлениям о продукционных процессах фитопланктона и макрофитов, принято выделять два типа озер – фитопланктонные и макрофитные. В первом типе главную роль в создании первичной продукции играет фитопланктон, во втором – макрофиты, включая фитобентос. В озерах, где ведущая роль в создании автохтонной первичной продукции принадлежит фитопланктону, в кормовой базе рыб главную роль играет зоопланктон, в ихтиоценозе – рыбы-планктофаги. В озерах, где ведущая роль в создании автохтонной первичной продукции принадлежит макрофитам и фитобентосу, в кормовой базе рыб главную роль играет зообентос, в ихтиоценозе – рыбы-бентофаги [6; 14]. Но в чистом виде данные случаи для территории Беларуси довольно редки и чаще встречаются озера с двумя векторами, но разным долевым участием продуцентов в формировании суммарной первичной продукции.

Соответственно степени развития макрофитной растительности формируется тот или иной комплекс рыб. Изменение степени зарастания или смены доминирующих форм может оказывать воздействие на изменение структуры ихтиоценоза как в видовом, так и в количественном аспектах. К настоящему времени еще недостаточно изучена связь структуры

рыбного сообщества и его изменчивости со степенью зарастания озер. В условиях относительно небольших мелководных озер структурированность ихтиоценов по зонам обитания носит довольно условный характер, поскольку четкого экологического различия между литоралью и профундалью не отмечается [5]. При высокой степени зарастания естественное преимущество получают виды т.н. «литорального» комплекса – плотва, окунь, щука, линь, обыкновенный карась, в норме тяготеющие в зарослевой зоне. Сокращение площади зарастания способствует развитию т.н. «профундального» комплекса – леща, ерша, густеры, судака, для которых обитание среди растительности является лишь этапом жизненного цикла (размножение, нагул на ранних стадиях развития) [12]. В развитие этой гипотезы были проанализированы имеющиеся данные по изменению степени зарастания, видовой структуры и состояния рыбного стада нескольких макрофитных водоемов, по которым имелись достоверные данные гидроэкологического состояния, характеристик популяций рыб и статистики рыбного промысла на разные периоды состояния экосистемы. Из них два озера (Освейское и Вишневское) были зарегулированы с некоторым подъемом уровня воды по сравнению со среднемноголетним до осуществления гидротехнических работ, одно (Швакшты Большие) – претерпело изменение в результате интенсивного зарыбления растительноядными рыбами (белый амур) в период 2004-2007 гг. с последующей элиминацией сообществ гидрофитов [11; 13]. В результате нарушения сложившегося баланса произошло перераспределение потоков энергии в системе фитопланктон-макрофиты, что нашло отражение в изменении условий освещенности в придонных слоях водоемов и в сокращении площади зарастания ложа водоемов, а также в изменении некоторых показателей качества среды и развития гидробионтов. В частности, объективно снизилась прозрачность воды, определяемая по белому диску, а на фоне роста содержания минерального азота и фосфора увеличились показатели развития планктонных сообществ (таблица 1). Так биомасса фитопланктона возросла в 2,6, 1,9 и 5,6 раза, биомасса зоопланктона в 3,1–7,1 раза. Объем ихтиоценозов (количество видовых популяций) по всем водоемам за анализируемые периоды практически не претерпел существенного изменения, а имеющиеся колебания видовой структуры (определяются наличием или отсутствием захода рыбы из водотоков таких как елец, язь, сом, налим) и видовым составом зарыбляемых видов (таблица 1).

Но отмеченные изменения нашли отражения в виде долевого значения тех или иных видов рыб, а также в величинах ихтиомассы (таблица 2). Для репрезентативности результатов в анализе учитывали только периоды ведения промыслового рыболовства с применением неводного лова за ряд лет до и после отмеченных изменений, что дает возможность не зависимо

от интенсивности рыболовства более полно представить реальное соотношение видов в облавливаемом стаде рыб.

Таблица 1. Некоторые гидроэкологические показатели анализируемых озер до и после отмеченных изменений в экосистемах

| Показатели | оз. Освейское | | оз. Вишневское | | оз. Швакшты Большие | |
|---|-------------------|-----------------|-------------------|------------|---------------------|------------------|
| | 07.1972 г. [1] | 2001 г.* [7] | 08.1991 г. [1] | 2007 г. ** | 07.1991 г. [1] | 2014 г.* [10] |
| Степень зарастания, % | 85 | 50 | 70 | 40 | 80 | 20 |
| Прозрачность воды, м | 2,5 | 1,1 | до дна | 1,0 | 2,5 | 0,5 |
| Содержание азота аммонийного, мгN/л | 0,115 | 0,570 | 0,175 | 0,880 | 0,200 | 0,920 |
| Содержание минерального фосфора, мгP/л | 0,015 | 0,026 | 0,00 | 0,048 | 0,006 | 0,019 |
| Биомасса фитопланктона, мг/л | 6,82 | 19,48 | 5,07 | 9,71 | 4,78 | 26,74 |
| Биомасса зоопланктона, г/м ³ | 1,36 | 4,25 | 1,20 | 0,48 | 1,28 | 9,15 |
| Объем ихтиоценоза, видов | 17 | 16 | 16 | 17 | 15 | 19 |

Примечание: * – среднесезонные, ** – май

В частности, в оз. Освейское основной промысловый ихтиокомплекс вначале был представлен щукой, плотвой, окунем и линем с суммарным значением указанных видов 77,8 %, тогда как доля леща в уловах в среднем составляла всего 0,2 %.

В последующий период доля первых видов суммарно сократилась до 44,2 %, тогда как леща увеличилась до 50,5 %. Промысловый запас облавливаемого стада не претерпел значительного изменения на фоне сохранения общего высокого значения хищников – ихтиофагов, прежде всего щуки [6]. В оз. Вишневское основу промыслового комплекса в начальный период эксплуатации составляли окунь и плотва (суммарно 77,8 % от общего вылова), при доле леща всего 13,6 %. На следующем этапе суммарная доля плотвы и окуня снизились до 3,2 %, тогда как доля леща возросла более чем в 6 раз (таблица 2). Резкое снижение численности наиболее массовых видов не было компенсировано соответствующим приростом ихтиомассы леща, что отразилось на снижении и промыслового запаса рыбного стада (примерно на 32 %). Аналогичная картина наблюдается и по оз. Швак-

Таблиця 2. Состав и величина промысловых уловов рыбы из анализируемых озер до и после отмеченных изменений в экосистемах

| Вид | оз. Освейское | | | оз. Вишневское | | | оз. Швакшты | | | Большие | | |
|---|--------------------------|------|--------------------------|--------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|------|--------------------------|--------------------------|-------|------|
| | среднее за 1981-1985 гг. | | среднее за 1986-1990 гг. | среднее за 2015-2019 гг. | | среднее за 2000-2004 гг. | среднее за 2015-2019 гг. | | среднее за 2000-2004 гг. | среднее за 2015-2019 гг. | | |
| | ц | % | | ц | % | | ц | % | | ц | % | |
| щука | 156,78 | 31,8 | 19,79 | 21,9 | 1,00 | 3,4 | 2,87 | 9,3 | 1,14 | 0,9 | 4,49 | 4,5 |
| окунь | 51,78 | 10,5 | 11,09 | 12,3 | 4,24 | 14,3 | 0,92 | 3,0 | 5,94 | 4,5 | 2,51 | 2,5 |
| лещ | 1,20 | 0,2 | 45,70 | 50,5 | 4,02 | 13,6 | 26,00 | 84,5 | 29,61 | 22,3 | 84,14 | 84,9 |
| плотва | 119,10 | 24,3 | 7,82 | 8,6 | 18,74 | 63,5 | 0,06 | 0,2 | 67,16 | 50,5 | 1,67 | 1,7 |
| густера | - | - | 0,09 | 0,1 | - | - | - | - | 1,92 | 1,4 | 1,74 | 1,8 |
| лινь | 72,21 | 11,2 | 1,25 | 1,4 | - | - | - | - | 27,0 | 20,3 | - | - |
| язь | 26,82 | 4,2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| карась* | 4,67 | 0,7 | 0,08 | <0,1 | 0,65 | 2,7 | 0,08 | 0,3 | 0,06 | 0,4 | 0,21 | 0,2 |
| красноперка | - | - | 0,12 | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| налим | 1,72 | 0,3 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| каrp | - | - | - | - | 0,64 | 2,2 | 0,24 | 0,8 | - | - | 1,16 | 1,2 |
| белый амур | - | - | - | - | - | - | 0,40 | 1,3 | - | - | 0,84 | 0,8 |
| толстолобик* | - | - | - | - | 0,10 | 0,2 | - | - | - | - | 0,28 | 0,3 |
| угорь | - | - | - | - | 0,05 | 0,1 | 0,19 | 0,6 | - | - | 2,04 | 2,1 |
| мелочь III гр. | 110,20 | 17,1 | 4,54 | 5,0 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Всего | 645,66 | 100 | 90,48 | 100 | 29,44 | 100 | 30,75 | 100 | 132,94 | 100 | 99,08 | 100 |
| Промысловый запас рыбного стада, кг/га | 35,9 | | 38,3 | | 117,9 | | 80,0 | | 77,1 | | 57,5 | |

*-без разделения на виды

шты Большие. Окунь и плотва, которые вначале обеспечивали суммарно 55 % вылова (таблица 2), на следующем этапе составили всего 4,2 %. Доля еще одного фитофила – линя снизилась с 20,3 % до практически 0 %. Напротив, доля леща возросла с 22 % до 85 %, определяя качественную характеристику вылова. На этом фоне также отмечено некоторое снижение промыслового запаса рыбного стада (примерно на 25 %). Следует отметить, что указанные процессы имели место как в озерах с высокой долей хищников – ихтиофагов (оз. Освейское), так и в озерах с меньшей их долей (озера Вишневское и Швакшты Большие). Это свидетельствует о том, что существующий состав ихтиофагов не в состоянии эффективно контролировать популяции леща по типу «top-down» и численность последнего ограничивается только емкостью определенных экологических ниш [3; 9].

Подтверждение данному факту служит анализ питания леща по анализируемым озерам в разрезе возрастных групп (таблица 3).

Таблица 3. Состав пищевого кома леща анализируемых озер по компонентам питания, %

| Возрастная группа | оз. Освейское | | | оз. Вишневское | | | оз. Швакшты Большие | | |
|-------------------|---------------|-----------|--------|----------------|-----------|--------|---------------------|-----------|--------|
| | зоопланктон | зообентос | детрит | зоопланктон | зообентос | детрит | зоопланктон | зообентос | детрит |
| 1+ | 100 | - | - | - | - | - | 95 | 4 | 1 |
| 2+ | 45 | 5 | 50 | 74 | - | 26 | 34 | 38 | 28 |
| 3+ | единично | 35 | 65 | 70 | - | 30 | 50 | 10 | 40 |
| 4+ | единично | 40 | 60 | 52 | 20 | 28 | 46 | 50 | 4 |
| 5+ | - | 40 | 60 | 15 | 44 | 41 | 5 | 70 | 25 |
| 6+ | - | 40 | 60 | 3 | 58 | 39 | 3 | 86 | 11 |
| 7+ | - | 45 | 55 | - | - | - | 5 | 82 | 13 |
| 8+ | - | 65 | 35 | - | - | - | - | - | - |
| 9+ | - | 66 | 34 | единично | 92 | 8 | - | - | - |
| 10+ | - | 70 | 30 | единично | 86 | 14 | - | - | - |
| 11+ | - | - | - | - | 95 | 5 | - | - | - |

В частности, зоопланктон является основой рациона молоди леща в первые три года жизни. По мере роста происходит видовая специализация в питании с ростом значения организмов зообентоса. Полный переход на зообентос в рационе питания леща отмечается к 5-6 летнему возрасту. Высвобождение открытых от растительности пространств дна объективно способствует развитию профундали и некоторому росту кормности озер, в первую очередь за счет усиления значения пелагического зоопланктона.

Тем самым создаются предпосылки для формирования более многочисленных генераций леща. Поскольку численность леща не контролируется в достаточной мере хищниками, вид занимает доминирующее значение в позициях зоопланкто- и зообентофагов, формируя ихтиомассу с преобладающим значением пополнения над остатком. Ограниченность на стадии специализации доступных ресурсов зообентоса в определенной степени компенсируется детритом, что накладывает отпечаток на дифференциацию роста внутри поколений леща и способствует формированию тугорослых популяций [9].

Заключение. В условиях эфтрофного озера снижение степени зарастания макрофитами способствует развитию планктонных сообществ, увеличивая биопродукционные возможности водоема в части развития планктонных сообществ. Изменение гидроэкологических характеристик благоприятно сказывается на росте численности в популяциях леща, который в новых условиях занимает ниши доминирующего зоопланкто- и бентофага, определяя величину ихтиомассы и видовую структуру получаемых уловов. Прирост численности поколений леща за счет роста биомассы кормового зоопланктона не всегда обеспечивается доступными ресурсами зообентоса, что способствует формированию тугорослых популяций с более низкими товарными качествами.

CHANGE IN THE STRUCTURE OF THE FISH POPULATION OF LAKES DEPENDING ON THE DEGREE OF THEIR OVERGROWING

*Kostousov V.G. – PhD (Biology), Associate Professor,
RUE “Fish Industry Institute”, Belarus, Minsk,
belniirh@tut.by*

The issues of the relationship between the structure of lake ichthyocenoses and the degree of their overgrowth with macrophytic vegetation are considered. Macrophytic vegetation is an indispensable component of the ecosystems of lakes, and its importance for the existence of various groups of aquatic organisms is great, since it acts as an important link in the formation of primary production and influences all subsequent links of the trophic chain. The growing conditions of aquatic (primarily submerged) macrophytes are limited by a number of factors, the most important of which is light. A change in illumination conditions due to a change in the level regime or trophic status primarily affects the intensity of overgrowth and the depth of distribution of submerged forms (hydrophytes), while airwater (helophytes) are practically not affected by this factor. A change in the degree of overgrowth by submerged macrophytes of the lake bed affects the habitat of the fish community through the formation of certain ecotopes. According to the latter, some fish species may receive a certain advantage, forming the basis of the commercial ichthyomass. As an example of three macrophytic eutrophic

lakes in the region of the Belarusian Lakeside, it is shown that a change in the degree and nature of overgrowth is reflected in the conditions of fish habitation and, as a consequence, on the formation of a complex of dominant species. A decrease in the degree of overgrowth contributes to an increase in the number of bream, which occupies niches of the dominant zooplankto- and benthophage under the new conditions, determining the value of ichthyomass and the species structure of the catches obtained. The latter was due to a change in the feeding capacity of the lands for the younger age groups, whose diet is based on zooplankton, while maintaining a high reproductive potential of population as a whole. Under these conditions, ichthyophagous predators lose the ability to control the bream population, as a result of which the number and share of the species in the catches obtained increases. An increase in number of generations of bream due to an increase in the biomass of forage zooplankton is not always provided by the available resources of zoobenthos, which contributes to the formation of slow growing populations which contributes to the formation of slow growing populations with lower commercial qualities.

Keywords: lake, macrophytes, overgrowth, structure of fish stock, catches, bream.

ЛИТЕРАТУРА

1. Власов Б.П. Озера Беларуси: Справочник. Б.П. Власов [и др.]. Мн.: БГУ, 2004. 284 с.
2. Власов Б.П. Антропогенная трансформация озер Беларуси: гидроэкологическое состояние, изменения и прогноз. Мн.: БГУ, 2004. 207 с.
3. Гладышев М.И. Биоманипуляция «TOP-DOWN» в обход трофического каскада на небольшом сибирском водоеме. *Научные основы сохранения водосборных бассейнов: междисциплинарные подходы к управлению природными ресурсами*. Тезисы международной конференции. Т. 1. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2004. С. 139.
4. Жаков Л.А. Формирование и структура рыбного населения озер Северо-Запада СССР. М. Наука, 1984. 144 с.
5. Китаев С.П. Термические и оптические условия деления бентали на зоны. *Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды*: материалы международной науч. конф. Минск, 2003. С. 147–153.
6. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
7. Костоусов В.Г., Копылова Т.В., Попиначенко Т.И., Баран Т.Л. Состояние среды обитания и кормовой базы рыб оз. Освейское. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2002. Вып. 18. С. 193–201.
8. Костоусов В.Г., Оношко И.И., Лещенко А.В. Состояние ихтиофауны и рыбного промысла оз. Освейское. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2002. Вып. 18. С. 173–183.
9. Костоусов В.Г., Ризевский В.К. О разнокачественности популяций леща водоемов Беларуси. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2010. Вып. 26. С. 183–206.

10. Костоусов В.Г. Анализ экосистемного ответа гидрологического комплекса «озеро–река» на проведение рыбоводных мероприятий. *Вопросы рыбного хозяйства Беларуси*, 2016. Вып. 32. С. 169–197.
11. Костоусов В.Г., Адамович Б.В., Жукова Т.В., Селивончик И.Н. Оценка воздействия рыбоводных мероприятий на экосистему озера и эффективность ведения рыболовного хозяйства. *Весці НАН Беларусі*, Сер. аграрных навук, 2016. № 3. С. 94–98.
12. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. М.: Наука, 1974. 447 с.
13. Остапеня А.П., Жукова Т.В. Изменение экологической ситуации в озере Большие Швакшты и его причины. Доклады НАН Беларуси, 2009. Т. 53, № 3. С. 98–101.
14. Покровская Т.Н., Миронова Н.Я., Шилькрот Г.С. Макрофитные озера и их эвтрофирование. М.: Наука, 1983. 153 с.
15. Попов П.А. Допустимый привнос биогенных элементов в водоемы с замедленным и умеренным водообменном. *Водное хозяйство России*, 2020. № 4. С. 68–78.
16. Решетников Ю.С. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.
17. McQueen, D.J. (1990). Manipulating lake community structure where do we go from here? *Freshwater Biological*, 1990, V. 23, 613–620.
18. Hanson, M.A., Butler, M.G. Responses to food web manipulation in a shallow lake. *Hydrobiologia*, 1994, V. 289/280. 457–466.
19. Xu, F.L. Tao, S., Xu, Z.R. (1999). The restoration of riparian wetlands and macrophytes in Lake Cgao, an eutrophic Chinese lake: possibilities and effects. *Hydrobiologia*, Vol. 405, 169–178.
20. Semenchenko V.P., Razlutskiy V.I. (2009). Factors controlling diurnal distribution and migration of zooplankton in littoral zone of freshwater lakes. *Journal of Siberian Federal University*, 2, 191–225.

REFERENCES

1. Vlasov, B.P. (2004). *Ozera Belarusi* [Lakes of Belarus]: Spravochnik. Minsk: BGU. [in Russian].
2. Vlasov, B.P. (2004). *Antropogennaja transformacija ozer Belarusi: gidrojekologicheskoe sostojanie, izmenenija i prognoz* [Anthropogenic transformation of lakes in Belarus: hydroecological state, changes and forecast]. Minsk: BGU. [in Russian].
3. Gladyshev M.I. (2004). Biomanipuljacija «TOR-DOWN» v obhod troficheskogo kaskada na nebol'shom sibirskom vodoeme. *Nauchnye osnovy sohraneniya vodosbornyh bassejnov: mezhdisciplinarnye podhody k upravleniju prirodnyimi resursami. Tezisy mezhdunarodnoj konferencii*. Vol. 1. Ulan-Udje: Izd-vo BNC SO RAN. [in Russian].

4. Zhakov, L.A. (1984). *Formirovanie i struktura rybnogo naselenija ozer Severo-Zapada SSSR* [Formation and structure of the fish population of the lakes of the North-West of the USSR]. Moscow: Nauka. [in Russian].
5. Kitaev, S.P. (2003). Termicheskie i opticheskie uslovija delenija bentali na zony. *Ozernye jekosistemy: biologicheskie processy, antropogennaja transformacija, kachestvo vody: materialy mezhdunarodnoj nauch. konf.* Minsk: 147–153. [in Russian].
6. Kitaev, S.P. (2007). *Osnovy limnologii dlja gidrobiologov i ihtiologov* [Fundamentals of Limnology for Hydrobiologists and Ichthyologists]. Petrozavodsk, Karel'skij nauchnyj centr RAN. [in Russian].
7. Kostousov, V.G., Kopylova, T.V., Popinachenko, T.I., Baran, T.L. (2002). *Sostojanie sredy obitanija i kormovoj bazy ryb oz. Osvejskoe* [The state of the habitat and food base of fish in Lake Osveyskoye]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 18, 193–201. [in Russian].
8. Kostousov, V.G., Onoshko, I.I., Leshhenko A.V. (2002). *Sostojanie ihtiofauny i rybnogo promysla oz. Osvejskoe* [The state of ichthyofauna and fisheries in the lake Osveyskoye]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 18, 173–183. [in Russian].
9. Kostousov, V.G., Rizevskij, V.K. (2010). *O raznokachestvennosti populjacij leshha vodoemov Belarusi* [On the different quality of bream populations in water bodies of Belarus]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 26, 183–206. [in Russian].
10. Kostousov, V.G. (2016). *Analiz jekosistemnogo otveta gidrologicheskogo kompleksa «ozero-reka» na provedenie rybovodnyh meroprijatij* [Analysis of the ecosystem response of the hydrological complex "lake-river" to fish breeding activities]. *Voprosy rybnogo hozjajstva Belarusi*, Vol. 32, 169–197. [in Russian].
11. Kostousov, V.G. Adamovich, B.V., Zhukova, T.V., Selivonchik, I.N. (2016). *Ocenka vozdejsvija rybovodnyh meroprijatij na jekosistemu ozera i jeffektivnost' vedenija rybolovnogo hozjajstva* [Assessment of the impact of fish breeding activities on the lake ecosystem and the efficiency of fisheries management]. *Vesci NAN Belarusi*, ser. agrarnyh navuk. no. 3, 94–98. [in Russian].
12. Nikol'skij, G.V. (1974). *Teorija dinamiki stada ryb* [Theory of fish herd dynamics]. Moscow: Nauka. [in Russian].
13. Ostapenja, A.P., Zhukova, T.V. (2009). *Izmenenie jekologicheskoy situacii v ozere Bol'shie Shvakshty i ego prichiny* [Changes in the ecological situation in Lake Bolshie Shvakshty and its causes]. *Doklady NAN Belarusi*. Vol. 53, no. 3, 98–101. [in Russian].
14. Pokrovskaja, T.N., Mironova, N.Ja., Shil'krot, G.S. (1983). *Makrofitnye ozera i ih jevtrofirovanie* [Macrophytic lakes and their eutrophication]. Moscow: Nauka. [in Russian].

15. Popov, P.A. (2020). *Dopustimyj privnos biogennyh jelementov v vodoemy s zamedlennym i umerennym vodoobmennom* [Permissible input of nutrients into reservoirs with slow and moderate water exchange]. *Vodnoe hozjajstvo Rossii*, no. 4, 68–78. [in Russian].
16. Reshetnikov, Ju.S. (1982). *Izmenenie struktury rybnogo naselenija jevtrofiruemogo vodoema* [Changes in the structure of the fish population of the eutrophied reservoir]. Moscow: Nauka. [in Russian].
17. McQueen, D.J. (1990). Manipulating lake community structure where do we go from here? *Freshwater Biological*, 1990, V. 23, 613–620.
18. Hanson, M.A., Butler, M.G. (1994). Responses to food web manipulation in a shallow lake. *Hydrobiologia*, Vol. 289/280. 457–466.
19. Xu, F.L. Tao, S., Xu, Z.R. (1999). The restoration of riparian wetlands and macrophytes in Lake Cgao, an eutrophic Chinese lake: possibilities and effects. *Hydrobiologia*, Vol. 405, 169–178.
20. Semenchenko V.P., Razlutskiy V.I. (2009). Factors controlling diurnal distribution and migration of zooplankton in littoral zone of freshwater lakes. *Journal of Siberian Federal University*, 2, 191–225.