

Сборник  
научных  
работ  
студентов  
и  
аспирантов  
ВГПУ

Выпуск IV

Вологда  
1996

А. Ч е р н я т к и н, О. Б о л о т о в,  
Н. Д у м и ч, О. Ж и в а й к и на

## ИЗУЧЕНИЕ ЭКОСИСТЕМ ОЗЕР ЧЕРНОГО И КОВЖСКОГО ВЕРХОВАЖСКОГО РАЙОНА

Научный руководитель — доцент Н. Л. Болотова

Вологодская область располагает богатейшим озерным фондом, насчитывающим более 4000 малых озер. Наиболее изученной является западная часть области, где сосредоточена основная масса водоемов (1). Гораздо хуже освоен север центральной части, к которой относится Верховажский административный район. Сказывается, во-первых, отсутствие хороших подъездных путей, не позволяющее в полной мере использовать потенциал озер; во-вторых, малоценный состав ихтиофауны не способен привлечь к себе должного внимания.

Для оценки состояния некоторых водоемов Верховажского района летом 1995 года проведено кадастровое обследование 2-х озер — Ковжского и Черного. Собран материал по морфометрии озер, их флоре, температурному и гидрохимическому режимам, количественному и качественному развитию зоопланктона и зообентоса, видовому и размерно-возрастному составу ихтиофауны. Кроме того, составлены картосхемы, позволяющие наглядно представить положение и форму озер. Собранный материал был подвергнут лабораторной обработке (2—6) и на его основе проанализировано современное состояние экосистем озер.

### Краткая физико-географическая и морфометрическая характеристика

Озеро Ковжское находится к востоку от р. Вага, относящейся к Северо-Двинскому речному бассейну. Координаты озера:  $60^{\circ} 31' \text{ с. ш.}, 42^{\circ} 10' \text{ в. д.}$  Морфологические измерения показали, что:

- наибольшая длина озера — 560 м;
- наибольшая ширина — 400 м;
- длина береговой линии — 1650 м;
- площадь поверхности — 22,2 га;
- наибольшая глубина — 3,9 м;
- средняя глубина — 2,1 м.

Озеро блюдцеобразное, почти округлой формы. В характеристике уклона дна необходимо учитывать нахождение на северном берегу верхового болота. С этим связан тот факт, что уклон дна северной части озера более пологий, нежели уклон дна южной части, где берег не заболочен. Восточный и западный берега имеют промежуточную степень заболоченности. В юго-восточной части озера берет начало р. Ковда, являющаяся правым притоком р. Вага (рис. 1). Сток с озера заметен в весенне время, а летом практически отсутствует.

Донные отложения составляют гуминовые или торфянистые илы, имеющие хлопьевидную структуру и состоящие из остатков прибрежной растительности, мхов и листьев. Мощность иловых отложений оз. Ковжского 0,5 м и более.

Исходя из вышеописанных признаков оз. Ковжское по генетическому типу можно отнести к группе вторичных озер (7).

Растительность северного берега, вследствие заболоченности, представлена типичными видами верховых болот среднетаежной зоны, основу которых составляют сфагновые мхи, багульник, сосновое редколесье (8). Флора западного, восточного, а в особенности южного берега в большей степени представлена древесными породами; здесь более развиты и чаще встречаются сосны, есть березы.

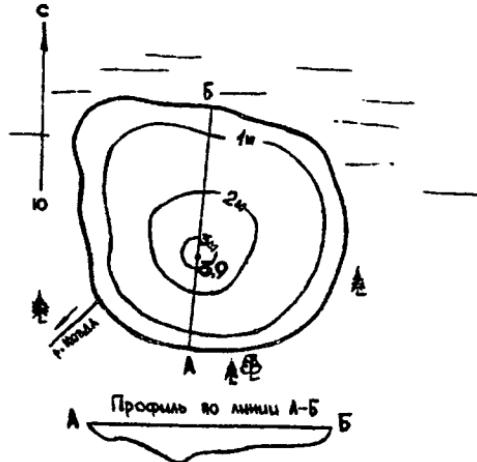
Растительность акватории озера составляет в основном кувшинка белая (*Nymphaea candida* L. Presl.), которая растет почти вдоль всей береговой линии. Наиболее густо заросли кувшинкой южная и восточная части озера. Кроме кувшинки встречается рогоз широколистный (*Typha latifolia* L.), но его количество очень незначительно.

Озеро Черное расположено к западу от р. Вага и относится к бассейну внутреннего стока. Координаты озера: 60°25' с. ш.; 41°30' в. д. для этого озера определены следующие морфометрические показатели:

- наибольшая длина — 530 м;
- наибольшая ширина — 410 м;
- длина береговой линии — 1500 м;
- площадь поверхности — 17 га;
- наибольшая глубина — 27,7 м;
- средняя глубина — 17,7 м.

Озеро слегка вытянуто с юга на север, воронкообразной формы. Характеризуя дно, можно отметить, что северная и южная части скожи, т. е. ширина между изгибами одинаковая (рис. 3). Различие наблюдается между западной и восточной частями. Дио

225

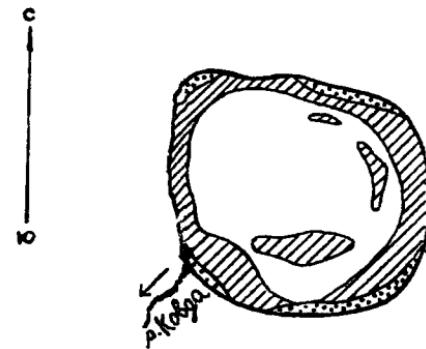


МАСШТАБЫ:

Горизонтальный 1:15000  
в 1 см 150 м

Вертикальный 1:750  
в 1 см 7,5 м

Рис. 1.03. Ковжское



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:



Места зарастания кувшинкой



Места зарастания тростником

МАСШТАБ:

1:15000  
в 1 см 150 м

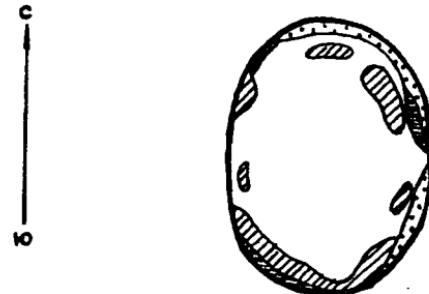
Рис. 2.03. Ковжское

226



**МАСШТАБЫ:**  
Горизонтальный 1:15000  
в 1 см 150 м  
вертикальный 1:3000  
в 1 см 30 м

Рис. 3.оз. Черное



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

- Места зарастания кувшинкой
- Места зарастания тростником
- Места зарастания хвощем

**МАСШТАБ:**  
1:15000  
в 1 см 150 м

Рис. 4.оз. Черное

западной части более крутые и ровные, восточной — более пологие, но здесь имеют место небольшие уступы. В северной части озера берет начало небольшая речка, пересыхающая летом. Заболачивания территории не наблюдается.

Донные отложения оз. Черного включают в себя как песок, так и небольшой мощности сапропели (до 0,3 м), составляющие основную массу отложений.

По всем вышеописанным признакам это озеро относится к числу провальных (9).

Отсутствие заболоченности определяет отличие флоры оз. Черного от оз. Ковжского. По берегам вокруг озера произрастают древесные породы, среди которых основную массу составляют ель и береза. Кроме того, встречаются сосна, рябина, черемуха, ольха, осина. Растительность водной среды представляют тростник широколистный и кувшинка белая. Тростник занимает площадь вдоль северного и восточного берегов, а кувшинка вдоль южного и западного. Кроме того, встречается хвощ болотный (*Equisetum palustre L.*), правда, в гораздо меньшем количестве (рис. 4).

### Физико-химические показатели воды

Измерения температурного режима совпали с периодом наибольшего прогрева водной толщи, который в исследуемом регионе приходится на 2-ю половину июля. Было установлено, что температура поверхностного слоя пелагиали и прибрежья обоих озер не превышала 20°C. В мелководном оз. Ковжском изменение температуры с глубиной отмечено только в центральной части, где у дна температура снижалась до 16°C. В глубоководном оз. Черном наблюдается температурная стратификация со снижением температуры ниже 14°C после 6-метровой глубины.

Различия между озерами наблюдаются и в степени прозрачности воды. В оз. Ковжском величина прозрачного слоя не превышает 1,5 м, а прозрачность воды оз. Черного достигает 4,25 м. Эти различия определяются сильной гумифицированностью воды оз. Ковжского, расположенного на заболоченном водосборе. Подтверждением этому служат проведенные измерения цветности и активной реакции среды.

Вода оз. Ковжского желто-коричневого цвета, а в оз. Черном цвет воды голубоватый. Определение pH воды показало, что в оз. Черном реакция среды нейтральная (pH=7,1), а в оз. Ковж-

ском отмечен сдвиг активной реакции среды в сторону закисления ( $\text{pH}=6,4$ ).

Все рассмотренные параметры воды оз. Ковжского обусловлены расположением его на заболоченном водосборе, с которого в озеро поступают болотные воды с большим количеством гуминовых кислот.

Вследствие этого можно отметить и значительное содержание азота в воде оз. Ковжского. Концентрация общего азота составляла 1,5—1,8 мг/л. Причем, азот представлен всеми тремя формами: аммонийной, нитратной и нитритной. В оз. Черном уровень накопления органики ниже и содержание общего азота находится в пределах 0,9—1,2 мг/л (табл. 1).

Таблица 1

Показатели качества воды озер Ковжского и Черного в июле 1995 года (по данным Вологодской лаборатории ГосНИОРХ)

Название вещества	ПДК	озеро Ковжское		озеро Черное	
		поверхность	дно	поверхность	дно
<b>1. Биогены</b>					
- аммиачный азот	-	0,96	1,32	0,29	0,23
- нитратный азот	-	0,55	0,52	0,87	0,62
- нитритный азот	-	0,0058	0,0043	0,002	0,002
<b>2. Загрязняющие вещества</b>					
- нефтепродукты	0,05	0,2	-	0,9	0,1
- цинк	0,01	0,013	0,026	0,028	0,013
- свинец	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
- марганец	0,01	0,01	0,009	0,012	0,012
- кобальт	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

Кроме этого выявлен факт токсикологического загрязнения обоих озер. В воде обнаружены нефтепродукты и тяжелые металлы: цинк, свинец, марганец, кобальт (табл. 1). Причем содержание нефтепродуктов в обоих озерах превышает ПДК. В оз. Ковжском превышение в 4 раза, а в оз. Черном в среднем в 10 (от 2 до 18) раз. Содержание цинка в обоих озерах превышает допустимые нормы в 2 раза, а концентрации марганца находятся у верхней границы ПДК. Попадание нефтепродуктов и тяжелых металлов в исследуемые озера, находящиеся вне зон хозяйственной деятельности, можно связать с глобальным загрязнением

внутренних водоемов через воздушный перенос и подземный круговорот.

Кроме физико-химических показателей воды исследована фауна озер и проанализирована с точки зрения кормовой базы и состояния ихтиофауны.

### Зоопланктон

представлен типичными видами, характерными для водоемов области. По видовому разнообразию зоопланктон оз. Черного богаче, чем Ковжского, соответственно 11 и 9 видов (табл. 2). В оз. Черном более широко представлена группа веслоногих ракообразных, а в Ковжском — ветвистоусых.

Средний показатель численности зоопланктона оз. Ковжского составляет 65 тыс. экз./куб. м, а биомассы 1,8 г/куб. м. По количественным показателям среди трех групп гидробионтов доминирует *Rotatoria* (коловратки) — 62 тыс. экз./куб. м, 1,75 г/куб. м (табл. 3). В Черном озере средние показатели составляют соответственно — 9,2 тыс. экз./куб. м, 0,3 г/куб. м. По численности и биомассе доминирует группа Сорепода (веслоногие) — 4,4 тыс. экз./куб. м и 0,15 г/куб. м. Это связано с большой встречаемостью крупных форм каланоид и циклопов.

Таблица 2

#### Видовой состав зоопланктона озер Черного и Ковжского (определен Думич Н. В.)

Озеро Черное	Озеро Ковжское
CLADOCERA (ВЕТВИСТОУСЫЕ)	
1. <i>Bosmina coregoni</i>	1. <i>Bosmina coregoni</i>
2. <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2. <i>Diaphanosoma brachyurum</i>
3. <i>Daphnia cristata</i>	3. <i>Limnoides frontosa</i>
4. <i>Limnoides frontosa</i>	4. <i>Camptocercus rectirostris</i>
	5. <i>Chidorus ovalis</i>
	6. <i>Ch. spaericus</i>
COPEPODA (ВЕСЛОНОГИЕ)	
5. <i>Eudiaptomus gracilis</i>	7. <i>Mesocyclops leuckarti</i>
6. <i>Eu. graciloides</i>	
7. <i>Mesocyclops leuckarti</i>	
8. <i>M. oithonoides</i>	

Окончание таблицы 2

Озеро Черное	Озеро Ковжское
9. <i>Heterocope appendiculata</i>	
<b>ROTATORIA (КОЛОВРАТКИ)</b>	
10. <i>Kellicotia longispina</i>	8. <i>Kellicotia longispina</i>
11. <i>Asplanchna priodonta</i>	9. <i>Asplanchna priodonta</i>

Средняя численность и биомасса зоопланктона оз. Ковжского в несколько раз превышает таковые показатели оз. Черного. Причиной этого является массовое развитие в оз. Ковжском крупной хищной формы *Asplanchna priodonta* из группы коловораток.

Таблица 3

Средняя численность (N, тыс. экз./куб. м) и биомасса (B, г/куб. м) зоопланктона озер Ковжского и Черного в июле 1995 года

Группы организмов	Оз. Ковжское		Оз. Черное	
	N	B	N	B
Cladocera	2,5	0,04	1,9	0,05
Copepoda	0,5	0,01	4,4	0,15
Rotatoria	62	1,75	2,9	0,1
Всего	65	1,8	9,2	0,3

### Зообентос

озер Ковжского и Черного по результатам их первого исследования представляется крайне бедным в отношении как качественных, так и количественных показателей.

В пробах оз. Ковжского обнаружены только малошетинковые черви (олигохеты). Средний показатель их численности составил 240 экз./кв. м, что соответствует биомассе 0,2 г/кв. м (табл. 4). Но здесь нужно учитывать значительное варьирование параметров по сезонам, поэтому отсутствие в пробах широко распространенной в подобных озерах гетеропной группы хирономид можно объяснить совпадением времени отбора проб с периодом массового вылета имаго. По аналогии с другими озерами известно, что летом нередко наблюдается значительное уменьшение массы бентоса по разным причинам. Поэтому более полная картина

состояния бентоса озера может быть получена в результате более подробных исследований.

Присутствие олигохет, доминирование детритофагов в пробах оз. Ковжского косвенно свидетельствует о наличии в этом водоеме большого количества органических веществ. Накопление органики связано с эвтрофированием озер и, в случае сфагновых водоемов, с процессами их дистрофикации. Последнее приводит к обеднению фауны всего сообщества.

В оз. Черном, помимо олигохет, обнаружены личинки ручейников, которых считают обитателями чистых водоемов, что достаточно достоверно в отношении только органического загрязнения. Для оз. Черного, как водоема иного лимнологического типа, закономерен и другой состав бентофауны, в которой должны быть разнообразно представлены личинки насекомых и моллюски. Как правило, такие глубоководные озера с прозрачной водой являются водоемами олиготрофного типа с невысоким уровнем развития зообентоса. В оз. Черном на момент съемки количественные показатели развития бентоса были очень низкие. Средняя численность донных организмов составляла 120 экз. кв./м, а биомасса 0,34 г/кв. м, в основном за счет личинок ручейников.

Таблица 4

Средняя численность ( $N$ , экз./кв. м) и биомасса ( $B$ , г/кв. м) зообентоса озер Ковжского и Черного в июле 1995 года  
(видовой состав и показатели численности определены  
Живайкиной О. А.)

Группы организмов	Оз. Ковжское		Оз. Черное	
	$N$	$B$	$N$	$B$
Олигохеты	240	0,2	80	0,04
Личинки ручейников	-	-	40	0,3
Всего	240	0,2	120	0,34

### Ихиофауна

В обоих озерах выявлено лишь по два вида рыб: в оз. Ковжском это хищные виды окунь и щука, а в озере Черном — хищник — щука и представитель мирных рыб — плотва.

Популяция окуня оз. Ковжского в уловах представлена 4-мя возрастными группами от 0+ до 3+ (табл. 5). Размеры сеголеток

колеблются от 4,2 см до 5,2 см, а особи 4-летнего возраста достигают длины 20 см при массе 80 г. В уловах преобладает молодь (50—60%), которая держится в прибрежной части водоема, а основная масса взрослых особей сосредоточена в более глубоких местах.

Биологический анализ показал, что среди отловленных рыб большинство половозрелых особей были самки. Как самки, так и самцы находились на II стадии созревания половых продуктов, к которой они перешли после нерестового периода. Расчитанный коэффициент упитанности по Фультону не превышал 1,0—1,2. Такие показатели упитанности соответствуют низкой интенсивности питания молоди. Обусловлено это невысоким уровнем развития кормовой базы озера для молоди окуня, питающегося на первом году жизни зоопланктоном и бентосом. При переходе на хищное питание в 3-х летнем возрасте упитанность окуня повышается до 1,5. Лучшая пищевая обеспеченность окуня связана с его способностью к каннибализму — поеданию собственной молоди. Подобный тип питания и регуляции своей численности в полной мере реализуется в таких озерах, как Ковжское, где нет мирных рыб. Благодаря этому, окунь в данном водоеме отличается достаточно высоким темпом роста.

Таблица 5

Размерно-возрастные показатели популяции щуки и окуня оз. Ковжского (показатели определены Болотовым О. В.)

Показатели	Вид				
	Щука			Окунь	
Возраст	2+	4+	0+	2+	3+
Колебания длины, см	25-32	43-46	4,2-5	12-14	17-20
Средняя длина, см	28,5	44,5	4,7	13	18,5
Колебания массы, г	350-400	450-500	1-2,6	45-55	50-80
Средняя масса, г	375	475	1,9	50	65
Степень ожирения, балл	1-2	2-3	-	1-2	2-3

Показатели	Вид				
	Щука		Окунь		
Степень наполнения желудка, балл	0-2	0-2	0-1	0-2	0-3
Коэффициент упитанности	1-1,2	0,5	1-1,2	1,5	1
Стадия полового созревания	II	II	Juv.	II	II

Щука была представлена в уловах особями до 3-х — 5-летнего возраста. Размеры рыб на 3-м году жизни колебались от 25 до 32 см при массе 350-400 г. Коэффициенты упитанности щуки имели невысокие значения — 0,5-1,2. Это, вероятно, связано с низкой интенсивностью питания щуки в период наибольшего прогрева водной толщи в июле. Большинство рыб были с пустыми желудками, а у питающихся степень их наполнения не превышает 2-х баллов. Все особи (самцы и самки) имели II стадию созревания половых продуктов. Размерно-возрастные показатели щуки оз. Ковжского не отличаются от таковых в других малых озерах области.

В озере Черном трофическая структура ихтиоценоза уравновешена присутствием мирной плотвы и хищной щуки.

Популяция плотвы представлена 9-ю возрастными группами от 0+ до 8+ (табл. 6). Размеры сеголеток составляют от 3,5 до 4,4 см, а 9-летние особи достигают размеров 21 см при массе 190 г. Являясь очень пластичным видом в питании, плотва хорошо растет, несмотря на низкий уровень кормовой базы, и имеет достаточно высокие значения коэффициента упитанности (от 1 до 2). Анализ питания показал, что основу содержимого кишечных трактов составляли растительность и единично встречались представители зоопланктона, зообентоса и насекомых. Старшие возрастные группы были представлены половозрелыми особями на II стадии созревания половых продуктов.

Щука в уловах была представлена возрастными группами 3+, 4+, длина колебалась от 35 до 43 см при массе от 400 до 480 г. Подобный темп роста щуки мало отличается от показателей ее роста в других малых озерах Вологодской области. Степень ожирения особей составляла 2—3 балла

при коэффициенте упитанности  $K_y=1$ . Среди отловленных осо-  
бей обнаружены только самки на II стадии созревания поло-  
вых продуктов.

Сравнивая озера Ковжское и Черное следует подчеркнуть  
бедность их ихтиофауны, представленной в обоих водоемах  
всего двумя видами. Общим видом является щука. Так как  
оз. Ковжское — дистрофирующий водоем, то в нем выжи-  
вают только хищные виды рыб, способные к каннибализму. В  
этом случае конечной стадией естественной сукцессии ихти-  
оценоза является выживание одного вида — окуня (10).

Таблица 6

**Размерно-возрастные показатели популяции плотвы и щуки  
оз. Черного**

Показатели	Вид							
	плотва							щука
Возраст	0+	1+	2+	3+	4+	7+	8+	3+ 4+
Колебания длины, см	3,5- 4,4	6,2- 6,4	7,4- 8,2	8,4- 9,0	9,8- 10,5	18- 20	20- 21	35- 37 41- 43
Средняя длина, см	4,0	6,15	7,8	8,7	10,1	19,0	20,5	36,0 42,0
Колебания массы, г	0,5- 1,5	4,1- 4,4	6,1- 7,8	9,4- 12,0	11- 20,4	130- 190	180- 190	400- 430 460- 480
Средняя масса, г	0,9	4,25	6,95	9,2	15,5	160	185	415 470
Степень ожирения, балл	-	-	-	-	-	3	4	2-3 3
Степень наполнения желудка, балл	0-1	0-1	0-1	0-1	0-2	0-3	1-3	0-1 0-1
Коэффициент упитанности	1	1,6	1,5	1,5	1,5- 1,7	2	2	1 1 0,8-
Стадия половой зрелости	juv	juv	juv	juv	juv	II	II	II

## Заключение

Лимнологические признаки озер Черного и Ковжского Верховажского района указывают на их разное происхождение, что, свою очередь, определяет отличие морфометрических показателей и своеобразие флоры и фауны. Озеро Черное, относясь к группе провальных озер, имеет черты, присущие олиготрофным водоемам с большими глубинами, прозрачной водой и небольшим видовым разнообразием фауны. При низких количественных показателях кормовой базы в озере обитает из мирных рыб — наиболее пластичная и нетребовательная в питании плотва и хищник — щука. Бедность же фауны оз. Ковжского обусловлена другими причинами, а именно дистрофным характером сукцессии его экосистемы, мелководностью этого водоема, расположенного на заболоченном водосборе.

Поступление болотных вод определяет высокую степень гумифицированности воды, накопление органики, заиление, зарастание озера. Преимущество в развитии получают среди беспозвоночных виды, способные питаться детритом. Невысокий уровень развития кормовой базы определяет хищный состав ихтиофауны (окунь, щука), способности поддерживать пищевую обеспеченность за счет собственной молоди и осуществлять саморегуляцию популяции.

Конечной стадией изменения ихтиоценоза подобных озер является их превращение в чисто «окуневые» озера при вытеснении щуки как более требовательного к абиотическим условиям (закисление воды, дефицит кислорода) вида.

Рассматриваемые озера имеют низкую продуктивность, удалены от населенных пунктов и служат для любительского рыболовства. Один из путей рационального использования заиляющих озер, подобных оз. Ковжскому, это организация добычи сапропеля, что замедляет процесс старения и превращения озера в болото. Рыбоводческое освоение таких водоемов связано с тотальными обловами раз в несколько лет, а также использованием их акватории для выращивания рыб. Направление, связанное с реконструкцией ихтиофауны путем вселения ценных видов для улучшения состава уловов и поднятия рыбопродуктивности, может быть перспективным только для глубоководного Черного озера. Основным препятствием при этом являются низкие показатели кормовой базы для мирных рыб, необходимость большого объема мероприятий по подготовке озера (очистка прибрежной зоны от затонувших деревьев, удаление

растительности, подготовка тоневых участков, изъятие местных рыб). И, самое главное, выявлен высокий уровень токсического загрязнения воды. Факты присутствия в воде нефтепродуктов и тяжелых металлов в концентрациях выше допустимых требуют дальнейшей проверки и, учитывая расположение исследованных водоемов вне зон хозяйственной деятельности человека, свидетельствуют о глобальном характере загрязнения водоемов Вологодской области через воздушный перенос и подземный круговорот.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жаков Л. А. Формирование и структура рыбного населения озер Северо-Запада СССР. М., 1984.
2. Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. М., 1975.
3. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М., 1974.
4. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л., 1982.
5. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966.
6. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М., 1959.
7. Богословский Б. Б., Муравейников С. Д. Очерки по сзероведению. М., 1955.
8. Особо охраняемые природные территории, растения и животные Вологодской области. Вологда, 1993.
9. Богословский Б. Б., Муравейников С. Д. Указ. соч.
10. Там же.