

## ТЕРМИЧЕСКИЙ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМЫ ВОДОЕМОВ КОМПЛЕКСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЫБОВОДСТВА

**Т.В. КОЗЛОВА, А.И. КОЗЛОВ, В.Г. АГАВЕЛОВ**

*Полесский государственный университет  
г. Пинск, Республика Беларусь, kozlovaliv@jandex.ru*

### ВВЕДЕНИЕ

Водоёмы комплексного назначения (ВКН) в своем большинстве являются водохранилищами с различной площадью и характером водообеспечения. Они используются в первую очередь для ирригации, энергетики, а также для коммунального и рыбного хозяйства, обеспечения водой промышленных предприятий, водного транспорта, для целей рекреации, заповедного дела, охоты и любительского рыболовства. По своим основным характеристикам ВКН коренным образом отличаются от специализированных рыбоводных прудов, задействованных в технологии прудового рыбоводства. Их гидрологические, термические и гидрохимические параметры несут на себе специфику использования вод хозяйствами, в землепользовании которых они находятся.

Разработкой технологий производства рыбы в ВКН занимаются уже на протяжении многих десятилетий [3,7]. Это важно и для Республики Беларусь, где из 130 созданных водохранилищ в рыбохозяйственных целях задействованы только 11 общей площадью 11,3 тыс. км.<sup>2</sup> Они дают только 10 кг/га рыбы. По данным В. Г. Костоусова [6] на долю малых водоемов площадью до 100 га приходится около 20% общей площади рыбохозяйственных водоемов. Задачи их рыбохозяйственного освоения, а следовательно, и исследования термического и гидрохимического режимов являются весьма актуальными.

Целью настоящих исследований являлось изучение термического и гидрохимического режимов ВКН Могилевской области для выбора оптимальных технологий выращивания в них рыб с учетом специфических особенностей водоемов.

### МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение термического и гидрохимического режимов ВКН «Днепрец» и «Овсянка» Горецкого района Могилевской области является частью комплексных исследований, проведенных в 2004 – 2006 гг., посвященных поиску путей повышения продуктивности водоемов, используемых для целей рыбоводства.

Определяли следующие показатели: температуру, содержание кислорода, прозрачность воды, активную реакцию воды, диоксид углерода, азот в формах  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ , фосфор в форме  $\text{PO}_4$ . Прозрачность воды определяли по белому диску (диску Секки). Температуру воды измеряли термометром на горизонте 0,1 м в штилевую погоду и на горизонте 0,5 м при волнении и у дна. Для отбора проб грунта использовали грунтовую трубку и дночерпатель. После изъятия пробы грунта проводили его описание (измеряли общую длину керна и отдельные слои).

При проведении гидрохимических исследований использовали общепринятые методики [2,3].

Водоохранилище «Днепрец» является слабопроточным, среднегодовой сток его составляет 15,4 млн м<sup>3</sup>. Среднегодовые колебания уровня воды около 3 м. Площадь водного зеркала водохранилища составляет 1,0 км<sup>2</sup>, а полный объем воды – 4,42 млн м<sup>3</sup>. Водоохранилище руслового типа, и, следовательно, наибольшая глубина находится вблизи плотины и составляет 8,5 м. Средняя глубина водоема – 4,42 м. Ширина водоема у плотины составляет 0,3 км, в среднем достигает 0,17 км. Длина водохранилища – 6 км. Степень зарастаемости не превышает 10% площади водного зеркала.

Ложе водохранилища по гранулометрическому составу в основном песчаное. Илистая фракция составляет 5%. Слой гумуса очень незначителен, он составляет всего 0,78% и образован преимущественно остатками организмов планктона и бентоса, а также органическими загрязнениями коммунально-бытовых стоков. Донные отложения карбонатного типа. Среднее значение рН грунта – 7,2. Грунты содержат:  $\text{P}_2\text{O}_3$  – 14,35 мг/100 г,  $\text{K}_2\text{O}$  – 5,0 мг/100 г и соединения

азота ( $\text{NH}_4+\text{NO}_3$ ) – 19,9 мг/100 г почвы. Коэффициент фильтрации грунтов в зоне литорали составляет 0,0000180 см/сек.

Водоем « Овсянка» также является русловым проточным водоемом с максимальной глубиной 4м у плотины, большая часть водоема имеет глубины более 2 м , что обуславливает предпосылки для успешной зимовки рыб. Общая площадь водоема составляет 23,7 га. Степень зарастаемости около 30%. Берега водоема пологие, есть мелководные участки, пригодные для устройства тоней.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди абиотических факторов среды обитания рыб важнейшими являются термический и химический режимы водоемов.

Температурный режим является основным из климатических и метеорологических условий, влияющих на формирование естественной кормовой базы, развитие и рост рыб. За период наблюдений показатели температуры воды в водоемах значительно колебались.

В водохранилище температура воды достигала своих максимальных значений в июле, когда ее значение составляло 26,1 °С. Наиболее низкие показатели температуры отмечены в апреле – 6,4 °С. Температурный режим водоема обуславливается его глубинами, климатическими и погодными условиями. Летний сезон 2004 г. характеризовался необычно холодным июнем, что отразилось и на температурном режиме водоема. Средняя температура июня составила 16,3°С. В конце июля погодные условия отличались изменчивостью, и в ветреные прохладные дни наблюдали гомотермию, когда разница температур в верхних и нижних слоях воды составляла всего лишь 1,5–2,0° С. В мелководной части водохранилища температура была менее равномерной по всей толще воды. В отдельные тихие теплые дни июля и августа температура воды поднималась до 24,4°С. Сентябрь был необычайно теплым, а средняя температура месяца была выше июньской и составила 17,5°С. Динамика температурных показателей представлена на рисунке 1.

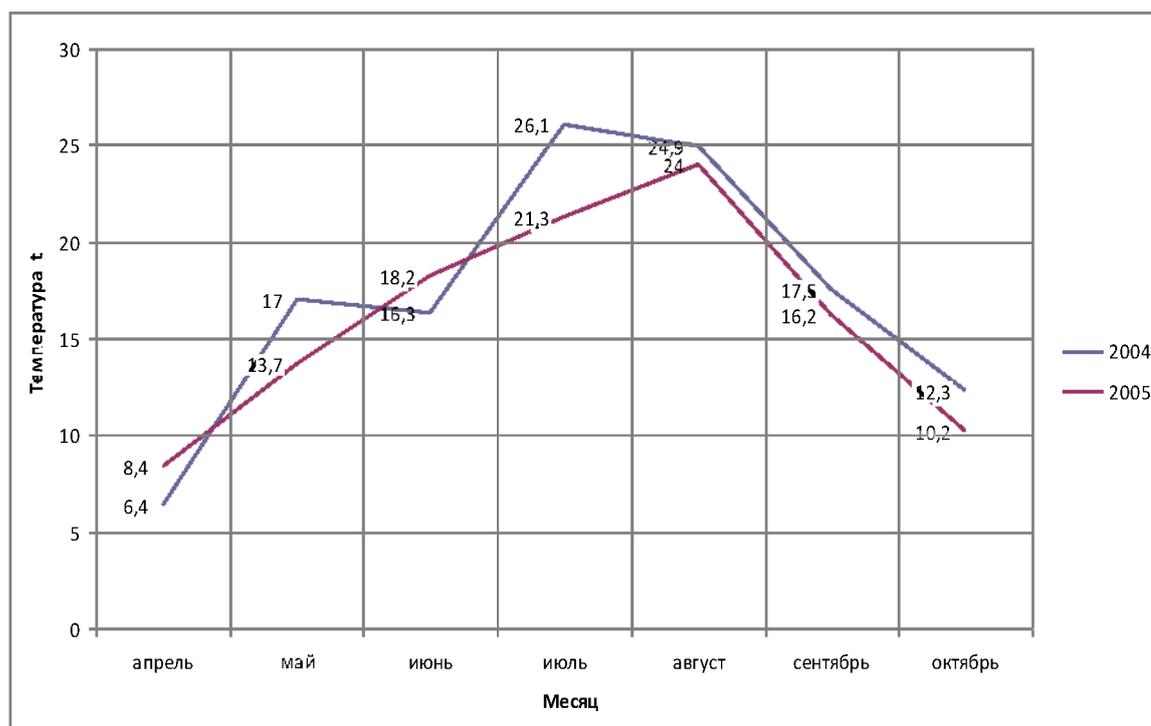


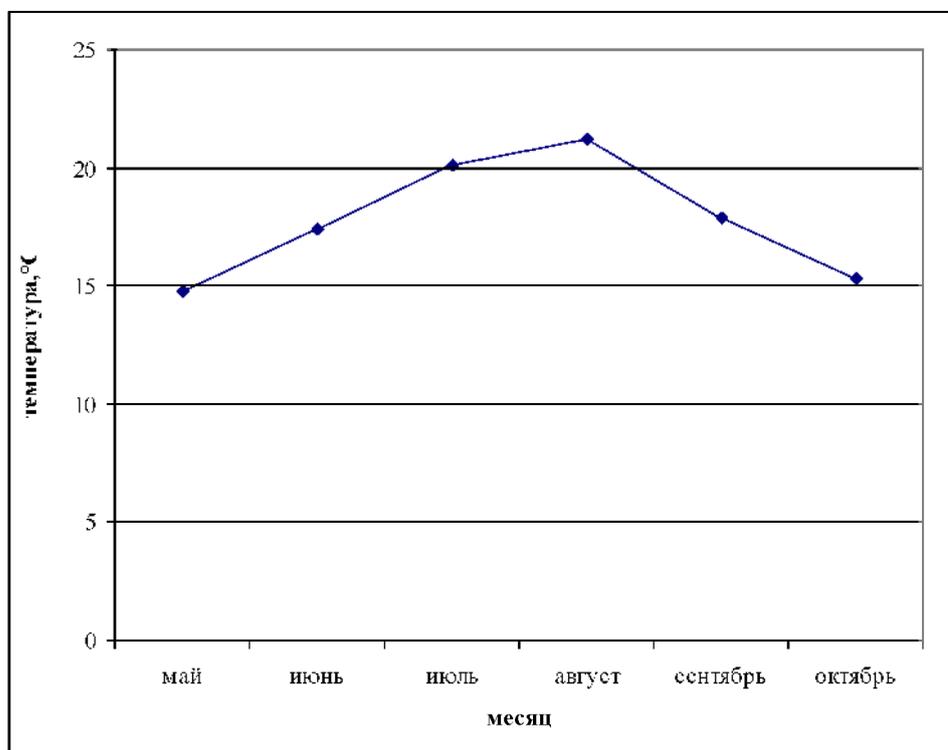
Рисунок 1 – Динамика температурного режима водохранилища «Днепрец» в 2004–2005 гг.

В 2005 г. среднемесячный показатель температуры воды был наиболее высоким в августе и равнялся 24,0°С

Минимальное среднемесячное значение температуры воды отмечено в апреле, когда оно составляло 8,4°С. В период с мая по июнь температура колебалась от 10,2 до 20,8°С. Июль–август характеризовались значительным повышением температурных показателей, когда в отдельные дни в поверхностном слое воды (50 см) они достигали 26,1°С. Сентябрь отличался достаточно

высокими значениями температуры воды, что нашло свое отражение в величине ее среднемесячного показателя, который равнялся 16,2 °С. В октябре температурный режим характеризовался несколько более низкими показателями, по сравнению с периодом наблюдений в 2004 г. При этом среднемесячная температура воды равнялась 10,2°С (рис. 1).

Показатели температуры воды в водоеме «Овсянка» в период с апреля по октябрь колебались от 13,9 до 23,6°С. Температурный режим водоема в основном соответствовал требованиям рыбоводства. Среднемесячная динамика температурного режима за период исследований представлена на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Динамика температурного режима водоема «Овсянка»**

Содержание кислорода в воде является решающим фактором успешного выращивания рыб, так как дефицит его может в значительной степени снизить темп их роста и даже привести к гибели. В водохранилище Днепрец содержание растворенного в воде кислорода в сезон 2004г. колебалось от 5,8 до 10,2 мг/л, при этом в теплые тихие дни в безветренную погоду количество кислорода у поверхности достигало 11,2 мг/л, а у дна – до 4,2 мг/л. Снижение его до 3,0–4,0 мг/л наблюдалось редко. Среднесезонные показатели концентрации кислорода в водохранилище за период исследований представлены в таблице 1.

Прозрачность воды, определяемая по диску Секки, в водохранилище достаточно высока, и за время наблюдений она колебалась от 0,65 до 1,40 м. Цветность воды низкая и не превышала в среднем 10°.

В рыбоводном водоеме «Овсянка» за период исследований содержание растворенного в воде кислорода колебалось от 6,0 до 12,6 мг/л. Максимальные значения кислорода регистрировались в периоды обильного развития фитопланктона (август), а минимальные – в осенний период (октябрь) (табл. 2). Вода водоема содержала значительное количество минеральной и органической взвеси. В периоды активной вегетации водорослей прозрачность воды в июле – августе составляла 0,41 м, а высокой была весной (0,66 м.) и осенью (0,64 м.) (табл.2).

Таблица 1 – Сезонная динамика гидрохимических показателей водохранилища Днепрец (среднее по водоему) в 2004–2005 гг.

месяц	год	pH	O <sub>2</sub> мг/л	CO <sub>2</sub> мг/л	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мг/л	PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> мг/л
IV	2004	6,3+ 0,1	9,53+0,25	0,56+0,30	0,236+0,090	0,002+0,001	0,230+0,001	0,032+ 0,004
	2005	6,5+ 0,2	10,46+0,7	0,66+0,25	0,134+0,008	0,014+0,040	0,029+0,003	0,008+0,002
V	2004	7,2+0,2	6,30+ 1,15	2,70+ 0,60	0,116+0,010	0,019+0,003	0,012+0,004	0,012+ 0,004
	2005	7,5+0,3	8,73+ 0,64	0,96+0,20	0,230+0,004	0,044+0,002	0,021+0,006	0,028+0,007
VI	2004	7,2+0,1	6,23+0,58	4,73+0,85	0,072+0,040	0,020+0,001	0,011+0,003	0,008+ 0,002
	2005	7,6+0,2	6,50+ 0,60	1,46+0,25	0,010+0,004	0,046+0,007	0,028+0,007	0,012+0,004
VII	2004	7,1+0,1	7,5+ 0,45	2,30+ 0,40	0,084+0,010	0,001+0,005	0,008+0,002	0,008+ 0,002
	2005	7,9+ 0,3	7,8+ 0,55	2,26+0,45	0,129+0,008	0,018+0,003	0,049+0,006	0,018+0,005
VIII	2004	7,3+ 0,2	7,96+0,41	5,56+1,33	0,006+0,01	0,018+0,004	0,054+0,006	0,017+ 0,004
	2005	7,5+0,2	8,26+ 0,32	3,6+ 0,36	0,032+0,010	0,016+0,005	0,137+0,05	0,036+0,007
IX	2004	7,4+0,5	7,06+0,40	3,96+0,22	0,281+0,032	0,045+0,008	0,094+0,006	0,014+ 0,005
	2005	7,7+0,3	7,46+ 0,66	2,33+0,45	0,263+0,04	0,044+0,01	0,011+0,002	0,007+0,001
X	2004	6,8+0,3	8,56+0,30	1,73+0,55	0,122+0,07	0,014+0,005	0,015+0,005	0,0027+0,006
	2005	6,4+ 0,4	8,28+ 0,35	2,13+1,05	0,116+0,005	0,036+0,001	0,118+0,004	0,044+0,003
Среднее за сезон	2004	7,0+0,4	7,63+1,27	3,03+1,78	0,131+0,095	0,014+0,0015	0,060+0,081	0,016+ 0,009
	2005	7,3+0,6	8,21+1,22	1,91+0,98	0,13+ 0,09	0,026+0,0015	0,056+0,05	0,021+0,014

Таблица 2 – Сезонная динамика гидрохимических показателей в водоеме «Овсянка» (среднее по водоему) в 2006 г.

Показатели	Месяцы						Среднее за сезон
	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	
Кислород, м г/л	7,58+ 0,43	7,29+ 0,92	9,88+ 0,55	11,2+ 0,89	7,90+ 0,51	6,48+ 0,34	8,38+1,78
pH	6,82+ 0,08	7,83+ 0,20	7,59+ 0,25	7,86+ 0,25	7,83+ 0,17	8,02+ 0,16	7,65+0,43
CO <sub>2</sub> , мг/л	12,26+ 1,16	11,65+1,2	3,04+ 0,21	2,64+ 0,29	10,0+ 1,28	11,36+1,1	8,49+1,57
Прозрачность, м	0,66+ 0,05	0,56+ 0,06	0,41+ 0,05	0,41+ 0,07	0,55+ 0,05	0,64+ 0,05	0,53+0,10
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	1,85+ 0,11	0,91+ 0,02	0,66+ 0,05	0,50+ 0,03	0,62+0,04	1,00+ 0,06	0,92+ 0,20
PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,37+ 0,04	0,26+ 0,02	0,24+ 0,02	0,18+ 0,03	0,32+ 0,03	0,39+ 0,02	0,29+ 0,03

Активная реакция воды (рН) характеризовалась незначительной лабильностью в водоемах. Понижение величины рН может быть вызвано накоплением в воде двуоксида углерода и органических кислот при распаде органического вещества планктона. Под влиянием развивающегося фитопланктона рН воды сдвигается в слабощелочную область [2].

В водохранилище Днепрец активная реакция воды за период исследований колебалась от слабо кислой до слабо щелочной: 6,30 – 7,66 (табл. 1), а в водоеме «Овсянка» этот показатель, находясь в пределах 6,82–8,02, в среднем за период наблюдений составил  $7,65 \pm 0,43$ . В обоих водоемах величина рН, как правило, была в обратно пропорциональной зависимости от концентрации диоксида углерода в воде.

Концентрация  $\text{CO}_2$  в зависимости от степени развития фитопланктона изменялась в широких пределах. В водохранилище Днепрец показатели  $\text{CO}_2$  колебались в пределах 0,56 – 5,56 мг/л (табл. 1), а в водоеме «Овсянка» концентрация диоксида углерода составила в среднем за сезон  $8,49 \pm 1,57$  мг/л, при максимальных значениях в мае и минимальных в августе (табл. 2).

Особенно важную роль для развития фитопланктона в водоемах играют биогены, основными из которых являются азот и фосфор. Они могут поставляться в водоемы, мобилизуясь из донных отложений, а также смываться с площади водосбора, а в рыбоводные водоемы вносятся дополнительно с минеральными удобрениями. В воде водохранилища концентрация минеральных солей азота и фосфора за период исследований не претерпевала значительных колебаний (табл. 1), за исключением среднесезонных показателей концентрации нитритов в 2004 и 2005 гг. Такая относительная стабильность содержания биогенов в водоеме объясняется состоянием гомеостаза экосистемы, не используемой в рыбохозяйственных целях. Изучение термического и гидрохимического режимов водоемов комплексного назначения показало, что температурный режим и качество воды в водохранилище Днепрец соответствуют требованиям культивирования такого высокоценного вида сиговых рыб, как пелядь [5,7]. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди позволяет использовать ВКН для нагула рыбы, применяя энергосберегающую пастбищную технологию. При этом рыбопродуктивность по пеляди, использующей в качестве пищи естественные кормовые ресурсы (зоопланктон), достигнет 30–32 кг/га [7]. Особое внимание следует обратить на то, что пелядь, как сиговая рыба, пользуется повышенным спросом на международном рынке.

Рыбоводный водоем «Овсянка» по температурным характеристикам и качеству воды наиболее оптимально подходит для выращивания рыбы в поликультуре с использованием осеннего зарыбления серебряным карасем и щукой и дополнительным весенним зарыблением карпом [8]. Применение такой технологии значительно снижает воздействие стрессовых факторов на рыб, улучшает состояние их здоровья, сокращает сроки адаптации к условиям среды. Весной рыбы, посаженные в водоем с осени, раньше начинают использовать естественную пищу и питаться искусственными кормами, что значительно удлиняет период их выращивания, повышает темп роста и товарную массу.

## ВЫВОДЫ

В результате исследований установлено, что температурный и гидрохимический режим водохранилища Днепрец позволяет использовать данный водоем для выращивания в нем пеляди, а температурные и гидрохимические условия водоема «Овсянка» более всего подходят для ведения в водоеме культурного рыбоводства с применением технологии осенне-весеннего зарыбления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аквакультура в Беларуси: Технология ведения рыбоводства / В.В.Кончиц и др.; науч. ред. В.В.Кончиц–Минск: Бел.наука, 2005. – 239 с.
2. Алабастер, Дж. Критерии качества воды для пресноводных рыб / Дж. Алабастер, Р. Ллойд. – М.: «Легкая и пищевая промышленность», 1984. – 344 с.
3. Берникова, Т.А. Гидрология и гидрохимия / Т.А. Берникова, А.Г. Демидова. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – С. 186–232
4. Козлов, В.И. Как использовать водоемы комплексного назначения для выращивания рыбы / В.И. Козлов // Рыбоводство и рыболовство. – 1992. – № 8. – С. 29 – 32.
5. Козлова, Т.В. Биологическое разнообразие природной флоры и фауны водоемов комплексного назначения как основа их использования в интересах аквакультуры / Т.В. Козлова, А.И. Козлов // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. ГГАУ. Гродно, 2006. – Т.2. – С. 27 – 33.

6. Костоусов, В.Г. Перспективы рыбохозяйственного освоения водоемов комплексного назначения Беларуси / В.Г. Костоусов // Материалы междунар. науч.-практич. конф. – Минск, 2004 – С. 63 – 64.
7. Мухачев, И.С. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди / И.С. Мухачев. – Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. – 176 с.
8. Козлова, Т.В. Технологический регламент по выращиванию товарной рыбы в поликультуре при осенне-весеннем зарыблении сельскохозяйственных водоемов / Т.В. Козлова [и др.] – Горки, 2007. – 18 с.
9. Guziur, J. Rybactwo stawowe / J. Guziur, H. Bialowas, W. Milczarzewicz . – Warszawa: «HOZA», 2003. – 384 s.

## **THERMAL AND HYDROCHEMICAL REGIMES IN MULTIPURPOSE RESERVOIRS USED FOR FISH FARMING PURPOSES**

*T. KOZLOVA, A. KOZLOV, W. AGAVELOV.*

### *Summary*

Material shown are results of the analysis of three-years researches of thermal and hydrochemical modes of multipurpose reservoirs used for fish farming. It is established that temperature conditions and chemical composition of water corresponded to requirements of fish culture. In terms of water quality reservoir «Dneprets» is suitable for rearing of whitefishes and reservoir «Ovsianka» can be used for rearing autumn planted polyculture of pike and crucian carp.

*Поступила в редакцию 1 октября 2009г.*